



# Parcerias Estratégicas

Volume 22 - Número 44 - Junho 2017

## **Entrevista**

- O presidente da Funceme, Eduardo Sávio, fala sobre importância da geração de conhecimento voltado ao Semiárido brasileiro

## **A seca 2010-2017 no Semiárido brasileiro**

- A seca plurianual de 2010-2017 no Nordeste e seus impactos
- Impactos da seca sobre a biodiversidade da Caatinga
- O clima da Região Nordeste entre 2009 e 2017: monitoramento e previsão

## **A seca nos Estados**

- A seca 2010-2016 e as medidas do Estado do Ceará para mitigar seus efeitos
- A seca no Maranhão no período de 2010 a 2016 e seus impactos
- A seca no Estado da Paraíba – Impactos e ações de resiliência
- Secas de 2010 a 2016 no Piauí: impactos e respostas do Estado em articulação com os programas nacionais
- O panorama da seca 2010-2016 no Estado de Sergipe – Impactos e ações de enfrentamento
- Impactos da seca 2010-2016 em Alagoas
- Uma reflexão sobre os impactos causados pela seca no Rio Grande do Norte de 2012 a 2016
- Impactos da seca na Bahia: medidas de enfrentamento adotadas pelo Estado
- Diagnóstico da seca 2011-2016 em Pernambuco: impactos e políticas de mitigação

## **Memória**

- A seca atual no Semiárido nordestino – Impactos sobre os recursos hídricos

O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) edita publicações sobre diversas temáticas que impactam a agenda do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI).

As edições são alinhadas à missão institucional do Centro de subsidiar os processos de tomada de decisão em temas relacionados à ciência, tecnologia e inovação, por meio de estudos em prospecção e avaliação estratégica baseados em ampla articulação com especialistas e instituições do SNCTI.

As publicações trazem resultados de alguns dos principais trabalhos desenvolvidos pelo Centro, dentro de abordagens como produção de alimentos, formação de recursos humanos, sustentabilidade e energia. Todas estão disponíveis gratuitamente para *download*.

A instituição também produz, semestralmente, a revista *Parcerias Estratégicas*, que apresenta contribuições de atores do SNCTI para o fortalecimento da área no País.

Você está recebendo uma dessas publicações, mas pode ter acesso a todo o acervo do Centro pelo nosso site: <http://www.cgee.org.br>.

Boa leitura!

# Parcerias Estratégicas

---

v. 22, n. 44, junho de 2017, Brasília-DF

ISSN 1413-9375

---

Parc. Estrat. | Brasília - DF | v. 22 | n. 44 | p. 300 | jan-jun 2017

# Parcerias Estratégicas – v.22 – n.44 – junho de 2017

A revista *Parcerias Estratégicas* é publicada semestralmente pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) e tem por linha editorial divulgar e debater temas nas áreas de ciência, tecnologia e inovação (CT&I). Distribuição gratuita. Disponível eletronicamente em: <[http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias\\_estrategicas](http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas)>.

## Editora

Maisa Cardoso

## Conselho editorial

Adriano Batista Dias (Fundaj)

Eduardo Baumgratz Viotti (Consultor)

Evando Mirra de Paula e Silva (CGEE)

Gilda Massari (S&G Gestão Tecnológica e Ambiental/RJ)

Ricardo Bielschowsky (Cepal)

Ronaldo Mota Sardenberg (Consultor)

## Projeto gráfico

Núcleo de Design Gráfico do CGEE

## Capa e infográficos

César Felipe Daher

## Diagramação

César Felipe Daher / Eduardo Oliveira

## Tradução e revisão de *abstracts e keywords*

Gustavo Lima Barcellos

## Endereço para correspondência

SCS Q. 9, Lote C, Torre C, salas 401 a 405, Ed. Parque Cidade Corporate Brasília DF, CEP 70308-200, telefone: (61) 3424-9600  
E-mail: [editoria@cgee.org.br](mailto:editoria@cgee.org.br)

**Indexada em:** Latindex; EBSCO publishing; bibliotecas internacionais das instituições: Michigan University, Maryland University; Université du Québec; Swinburne University of Technology; Delaware State University; National Defense University; San Jose State University; University of Wisconsin-Whitewater; Qualis/Capes.

Parcerias Estratégicas / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – Vol. 1, n.1 (maio 1996) • Brasília: CGEE, 2002–

Semestral

De 1996 a 2001 editada pelo Centro de Estudos Estratégicos (CEE/MCT).

ISSN1413-9375

1. Ciência e Tecnologia – Periódicos 2. Inovação tecnológica – Brasil I. CGEE.

CDU 323.6(81)(05)

O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) é uma associação civil sem fins lucrativos e de interesse público, qualificada como Organização Social pelo executivo brasileiro, sob a supervisão do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). Constitui-se em instituição de referência para o suporte contínuo aos processos de tomada de decisão sobre políticas e programas de ciência, tecnologia e inovação (CT&I). A atuação do Centro está concentrada nas áreas de prospecção, avaliação estratégica, informação e difusão do conhecimento.

## Presidente

Mariano Francisco Laplane

## Diretor-executivo

Marcio de Miranda Santos

## Diretores

Antonio Carlos Filgueira Galvão

Gerson Gomes

## Conselho de Administração CGEE

### Membros natos

Eduardo Moacyr Krieger – *Presidente do Conselho*

Abílio Afonso Baeta Neves – MEC

Alysson Paolinelli – CNA

Celio Cabral de Sousa Junior – *Sebrae*

Helena Bonciani Nader – SBPC

Helena Tenório Veiga de Almeida – BNDES

Marcos Cintra Cavalcanti de Albuquerque – Finep

Marcos Vinicius de Souza – MDIC

Mario Neto Borges – CNPq

Rafael Esmeraldo Lucchesi – CNI

Rogério César de Cerqueira Leite – MCTIC

### Membros eleitos

Evando Mirra de Paula e Silva –

*Representante dos associados*

Francilene Procópio Garcia – *Consecti*

Francisco Saboya Albuquerque Neto – *Anprotec*

José Antonio Bof Buffon – *Confap*

José Fernando Perez –

*Representante do empresário nacional*

Joviles Vitorio Trevisol – *Foprop*

Júlio Cesar Felix – *Abipti*

Nelson de Chueri Karam – *Dieese*

Raimar Van Den Bylaardt – *Anpei*

Esta edição da revista *Parcerias Estratégicas* é parte integrante das atividades desenvolvidas pelo CGEE no âmbito do 2º Contrato de Gestão firmado com o MCTIC.

*Parcerias Estratégicas* não se responsabiliza por ideias emitidas em artigos assinados. São permitidos a reprodução e o armazenamento dos textos, desde que citada a fonte.

*Tiragem: 850 unidades. Impresso em 2017. Gráfica e Editora Positiva Ltda.*

# Sumário

---

05    Aos leitores:

## Seção 1 Entrevista

---

09    O presidente da Funceme, Eduardo Sávio, fala sobre importância da geração de conhecimento voltado ao Semiárido brasileiro

## Seção 2 A seca 2010-2017 no Semiárido brasileiro

---

17    A seca pluriannual de 2010-2017 no Nordeste e seus impactos  
*Eduardo Sávio Passos Rodrigues Martins, Antonio Rocha Magalhães e Diógenes Fontenele*

---

41    Impactos da seca sobre a biodiversidade da Caatinga  
*João Arthur Soccal Seyffarth e Valdemar Rodrigues*

---

63    O clima da Região Nordeste entre 2009 e 2017: monitoramento e previsão  
*Eduardo Sávio Passos Rodrigues Martins e Francisco das Chagas Vasconcelos Júnior*

## Seção 3 A seca nos Estados

---

83    A seca 2010-2016 e as medidas do Estado do Ceará para mitigar seus efeitos  
*Helder dos Santos Cortez, Gianni Peixoto de Lima, Meiry Sayuri Sakamoto*

---

119    A seca no Maranhão no período de 2010 a 2016 e seus impactos  
*Messias Nicodemus da Silva, Ana Tereza, Denilson da Silva Bezerra, Liene Pereira, Carlos Márcio de Aquino Eloi e André Luis Silva dos Santos*

---

139 A seca no Estado da Paraíba – Impactos e ações de resiliência

*Alexandre Magno Teodosio de Medeiros e Antônio Cavalcanti de Brito*

---

155 Secas de 2010 a 2016 no Piauí: impactos e respostas do Estado em articulação com os programas nacionais

*Milcíades Gadelha de Lima, Adeodato Ari Cavalcante Salviano, Francisco Ferreira Santana, Sônia Maria Ribeiro Feitosa*

---

181 O panorama da seca 2010-2016 no Estado de Sergipe – Impactos e ações de enfrentamento

*Ailton Francisco da Rocha*

---

201 Impactos da seca 2010-2016 em Alagoas

*Paulo Lima Lopes, Nivaneide Melo Falcão, Esdras de Lima Andrade*

---

213 Uma reflexão sobre os impactos causados pela seca no Rio Grande do Norte de 2012 a 2016

*José Mairton Figueiredo De França, Josivan Cardoso Moreno*

---

233 Impactos da seca na Bahia: medidas de enfrentamento adotadas pelo Estado

*Eduardo Topázio*

---

247 Diagnóstico da seca 2011-2016 em Pernambuco: impactos e políticas de mitigação

*Marcelo Cauás Asfora, Maurílio Lima e Mauro Roberto de Souza Lacerda*

---

#### **Seção4** **Memória**

---

277 A seca atual no Semiárido nordestino – Impactos sobre os recursos hídricos

*Joaquim Gondim, Ana Paula Fioreze, Rodrigo Flecha Ferreira Alves e Wesley Gabrieli de Souza*

## Aos leitores

No contexto internacional, especialmente no âmbito da Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos das Secas (UNCCD), a definição de terras secas se refere aos espaços territoriais caracterizados pelos climas árido, semiárido ou subúmido seco. Entretanto, há que se ressaltar que, no Brasil, falamos da Região Semiárida e de seu entorno, este caracterizado como subúmido seco. Não temos no território brasileiro zonas áridas (ou semidesérticas), apesar de estudos recentes do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) e da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme) alertarem para a existência de terras com alto índice de desertificação no Semiárido, somando mais de 70.279,46 km<sup>2</sup> (CGEE, 2016)<sup>1</sup>.

As secas costumam ser mais severas nas zonas semiáridas do globo, embora não sejam exclusivas desses espaços. No Brasil, há registros de secas também em zonas úmidas como a Amazônia, o Sul e o Sudeste. Entre 2013 e 2014, por exemplo, uma severa seca atingiu a Região Metropolitana de São Paulo e causou impactos muito significativos, obrigando ao racionamento do abastecimento de água para milhões de habitantes. O Distrito Federal, por sua vez, entrou em 2017 enfrentando a maior escassez de água de seus 57 anos, o que também levou ao rodízio de abastecimento.

Entretanto, no Nordeste semiárido, os anos normais de chuva, em média, já estão muito perto da linha divisória entre seca e “inverno” - como é conhecido o período chuvoso. Assim, uma pequena queda no volume médio de chuvas já provoca uma seca, com impactos que resultam na queda de produção agrícola, no aumento do desemprego e no desabastecimento de água. As grandes quedas na precipitação, como a ocorrida no período 2010-2016, traduzem-se em secas muito severas, com impactos muito grandes e enormes custos para o governo, a economia e a sociedade em geral.

No Brasil, os registros das grandes secas são poucos e carentes de informações precisas a respeito de suas causas e seus impactos. Por esse motivo, o CGEE e a Funceme realizaram dois seminários nacionais, em Fortaleza, para discutir e registrar os impactos da atual seca no Semiárido brasileiro, envolvendo representantes dos nove estados do Nordeste e de parte dos territórios de Minas Gerais e do Espírito Santo. O primeiro seminário, realizado em outubro de 2013, na sede da Federação das Indústrias do Estado do Ceará (Fiec), foi espaço de discussão a respeito dos efeitos das secas no período de 2010 a 2012. O segundo seminário, em novembro-dezembro de 2016,

---

<sup>1</sup> CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS – CGEE. **Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil**. Brasília, DF: 2016. 252p.

reuniu exposições e debates sobre os impactos da seca de 2010 a 2016. Esse segundo evento, realizado no Centro de Treinamento do Banco do Nordeste do Brasil (BNB), contou com o apoio, além do próprio BNB, da Agência Nacional de Águas (ANA), do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e do Banco Mundial.

Esta seca que tem assolado o Nordeste durante os anos de 2010 a 2017 é a mais grave desde que se tem registro na Região. Não há notícia de período tão prolongado de seca. Em condições normais, os açudes existentes no Nordeste, construídos pelo Departamento Nacional de Obras contra a Seca (Dnocs) e, mais recentemente, pelos Estados, nos últimos 120 anos, deveriam ser suficientes para assegurar o abastecimento de água para as populações residentes no interior, inclusive nas áreas urbanas. No entanto, durante essa grande seca plurianual, não só os pequenos, mas também os grandes reservatórios sofreram um grande abalo. Dados apresentados neste número da revista Parcerias Estratégicas, sobre impactos das secas nos recursos hídricos, mostram a quantidade de açudes que secaram ou que ficaram com disponibilidade de água abaixo de 30%.

A seca também afetou a biodiversidade e os prejuízos para a produção agrícola foram muito acentuados, como demonstram os vários artigos sobre seus efeitos nos Estados. Não apenas as áreas voltadas às produções tradicionais e familiares foram afetadas, como o cultivo de milho, feijão e mandioca, além da apicultura, mas também as plantações de larga escala, como de café, soja e caju, entre outras.

O CGEE agradece a todos os pesquisadores e técnicos dos Estados e das instituições que apoiaram a realização do seminário de avaliação da seca 2010-2016, pela preciosa dedicação de tempo na elaboração dos textos que compõem a presente publicação. Há que se ressaltar os importantes apoios da Agência Nacional de Águas, do Banco do Nordeste, do Banco Mundial e do Ministério do Meio Ambiente, sem os quais não teria sido possível a realização do seminário e a consequente produção dos conteúdos reunidos nesta edição da revista Parcerias Estratégicas. Nosso agradecimento de modo especial, ainda, à Funceme, parceira constante nas atividades do CGEE voltadas ao desenvolvimento do Semiárido.

Boa leitura!

## SEÇÃO 1

### ENTREVISTA

---

A Funceme e a geração de conhecimento voltado ao  
Semiárido brasileiro



## A Funceme e a geração de conhecimento voltado ao Semiárido brasileiro

*Entrevista por Bianca Torreão*

O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) e a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme) realizaram, no final de 2016, em Fortaleza, o Seminário de Avaliação da Seca 2010-2016. Este foi o segundo evento – o primeiro ocorreu em 2013 – organizado por meio dessa parceria e que ampliou a agenda conjunta dessas duas instituições, nos últimos anos, voltada ao desenvolvimento da Região Semiárida do País.

O Seminário – cujas abordagens compõem os artigos da presente publicação - buscou não somente a documentação da seca, a mais longa de que se tem registro naquela localidade, e de seus impactos, mas também provocar uma reflexão sobre a urgente necessidade de avanços na mudança do paradigma vigente na política de secas no País.

Nesta entrevista à revista Parcerias Estratégicas, o presidente da Funceme, Eduardo Sávio Passos

Rodrigues Martins, fala sobre algumas das discussões do Seminário e reforça que é preciso haver uma transformação, de um gerenciamento reativo para um gerenciamento proativo ou de administração do risco de ocorrência da seca.

*Imagem: Banco de imagens da Funceme*



Eduardo Sávio Martins, presidente da Funceme

## Há um fenômeno climático que levou a essa seca tão prolongada?

Essa é uma pergunta muito interessante e que nos motivou a buscar um melhor entendimento sobre a seca atual. Apesar de inicialmente termos achado que esse evento de seca de 2010 a 2016 – mesmo considerando que 2011 foi um ano normal ou mesmo chuvoso em alguns Estados da região - pudesse ser atribuído a mudanças climáticas antropogênicas, pesquisa recentemente finalizada com vários profissionais de universidades e institutos de pesquisa nacionais e internacionais não chegou a essa conclusão.

“Essa análise multimétodo sugere não existir suficiente evidência de que mudança climática antropogênica tenha aumentado o risco de secas.”

Esse estudo<sup>1</sup> investigou possíveis mudanças no risco hidrometeorológico, incluindo a análise da precipitação acumulada, da diferença entre precipitação e evaporação (P-E) e de seu impacto potencial em duas entradas de reservatórios da Bacia do Rio São Francisco. Essa análise multimétodo sugere não existir suficiente evidência de que mudança climática antropogênica tenha aumentado o risco de secas.

## Como a Funceme atua em relação ao problema da seca no Ceará e no Nordeste? É possível prever a ocorrência de secas? O que a Funceme faz a esse respeito?

Até pouco tempo, o foco da Funceme era somente no que se refere à política de secas no Estado do Ceará. Entretanto, o gerenciamento da seca envolve diferentes esferas administrativas: municipal, estadual e federal. Não é algo que se pode realizar de forma isolada, mas sim de forma colaborativa. Além disso, a nossa contribuição concentrava-se muito no monitoramento e na previsão de secas, não abordando outros aspectos relevantes do seu gerenciamento, como, por exemplo, avaliação de vulnerabilidades setoriais e planejamento da resposta/das medidas de mitigação.

Antes de 2013 trabalhávamos no monitoramento e na previsão de secas sem uma maior atenção às outras componentes de uma política de secas. Em 2013, a partir de uma demanda do Ministério da Integração Nacional ao Banco Mundial, foi determinado o início da estruturação da Política Nacional de Secas, começando pelo seu monitoramento e com estudos de casos quanto a planos de contingência voltados aos setores de recursos hídricos, abastecimento urbano e agricultura de sequeiro. Assinaram um Acordo de Cooperação Técnica, neste escopo, o próprio ministério, a Agência Nacional de Águas (ANA), o Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) e a Funceme.

<sup>1</sup> MARTINS, E.S.P.R.; COELHO, C.A.S.; HAARSMA, R.; OTTO, F.E.I.; KING, A.D.; OLDENBORGH, G.J. VAN; KEW, S.; PHILIP, S.; VASCONCELOS JÚNIOR, F.C.; CULLEN, H. **A multimethod attribution analysis of the prolonged northeast brazil hydrometeorological drought (2012–2016)**. Explaining Extreme Events of 2016 from a Climate Perspective. American Meteorological Society, BAMS, Dec. 2017, to appear.

“ ... foi determinado o início da estruturação da Política Nacional de Secas, começando pelo seu monitoramento e com estudos de casos quanto a planos de contingência voltados aos setores de recursos hídricos, abastecimento urbano e agricultura de sequeiro. ”

No tocante ao monitoramento, foram utilizados como modelos conceituais a serem seguidos os Monitores de Secas dos Estados Unidos e do México, sendo feitas, é claro, adaptações à realidade brasileira. A Funceme se engajou fortemente na iniciativa, atuando como instituição central do processo nessa primeira fase e, de forma articulada com os outros centros de clima, recursos hídricos e agricultura, passou a promover reuniões mensais para a realização e validação do monitoramento de secas.

Na segunda fase, a Funceme passou a apoiar a ANA, que dessa vez foi a instituição central do processo e contou, ainda, com a parceria da Universidade Federal do Ceará (UFC) e dos centros estaduais de meteorologia. Adicionalmente, a Agência estabeleceu um convênio com a Funceme para dar continuidade aos Planos de Contingência de Recursos Hídricos e de Abastecimento Urbano.

Durante o Seminário, foi lançado o livro *Desertificação, degradação de terras e secas no Brasil*, que traz contribuição de sua autoria. O que é a nova política de secas a que se refere essa publicação?

A política de secas a que me refiro nessa publicação encontra-se descrita em maior detalhe em outro livro publicado em parceria entre o CGEE e o Banco Mundial, e que contou com a *contribuição da Funceme: Secas no Brasil: Política e gestão proativas*<sup>2</sup>.

Passou-se em revista a longa experiência de gestão de secas no Nordeste brasileiro, fazendo-se reemergir as duras críticas ao seu caráter descontínuo, fragmentado e fortemente marcado pela reatividade das ações. E foram trazidas ao conhecimento e ao debate as experiências de países que já praticam a gestão de risco no seu planejamento para as secas.

Desse processo, resultou uma proposta de reestruturação da política de secas para o Nordeste, com a pretensão de que, noutro momento, fosse estendida para todo o País, assentada em três pilares:

1. monitoramento - indicadores e gatilhos de ação associados a impactos;
2. identificação das vulnerabilidades - quem e o que está em risco e porque; e
3. plano de preparação - programas pré-seca e ações para reduzir riscos.

2 DE NYS, E.; ENGLE, N.L.; MAGALHÃES, A.R. *Secas no Brasil: política e gestão proativas*. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos- CGEE; Banco Mundial, 2016. 292 p.

O primeiro pilar, materializado no projeto intitulado Monitor de Secas do Nordeste, está agora operacional e o de planos de preparação já foi iniciado. Entretanto, deve-se ressaltar que os planos de preparação são específicos para cada setor e sistema, sendo, assim, uma atividade de médio a longo prazos.

“**É o início de uma longa caminhada, que deve ser encarada de forma colaborativa entre estados e a união, [...] para a construção de uma Política Nacional de Secas de natureza mais proativa e com visão de médio e longo prazos como suas características principais.**”

Mas, como dar concretude a essa política? Como romper com a cultura estabelecida de dar tratamento emergencial às ações? Como superar a fragmentação institucional e o sombreamento das ações decorrentes? Como levar a proposta ao mais alto nível de decisão? É o início de uma longa caminhada, que deve ser encarada de forma colaborativa entre estados e a união, devendo-se deixar de lado os egos institucionais/pessoais, trabalhando-se de forma concertada para a construção de uma Política Nacional de Secas de natureza mais proativa e com visão de médio e longo prazos como suas características principais.

**O CGEE e a Funceme têm desenvolvido uma sólida parceria ao longo dos anos. Quais são os seus principais resultados?**

CGEE e Funceme têm formado uma bela parceria no tocante a temas sensíveis a terras secas. É importante manter esses temas na pauta de discussão, uma vez que as abordagens ligadas a essas áreas tendem a ficar em segundo plano. Produzir e divulgar o conhecimento sobre as regiões semiáridas representam uma agenda importante para elevar o nível de priorização dessas áreas nas políticas públicas. Para mim, esse é o maior resultado da parceria: geração de conhecimento sobre o Semiárido e que permita melhor embasar as políticas públicas pensadas para esse ambiente.

“**Para mim, esse é o maior resultado da parceria [entre a Funceme e o CGEE]: geração de conhecimento sobre o Semiárido e que permita melhor embasar as políticas públicas pensadas para esse ambiente.**”

A parceria vem empreendendo esforços e contribuindo com esse tema há algum tempo. Em 2010, juntamente com os ministérios do Meio Ambiente; da Ciência e Tecnologia; e da Integração Nacional, organizamos um grande evento sobre regiões semiáridas, a Conferência Internacional sobre Clima, Sustentabilidade e Desenvolvimento em Regiões Semiáridas (ICID 2010), como subsídio

para a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+20). Ajudamos a organizar eventos semelhantes na Argentina e no Níger e a construir um programa tripartite Brasil-França-África para viabilizar pesquisas científicas na África e, agora, trabalhamos para fortalecer, na América Latina e no Caribe, a Iniciativa de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável das Terras Secas da América Latina e do Caribe (AridasLAC), que objetiva produzir, organizar e difundir conhecimentos científicos sobre as terras secas dessa região. Nesse contexto, a I Conferência Científica da ILACCT<sup>3</sup>, sobre a importância da Ciência e Tecnologia para o desenvolvimento das terras secas da América Latina e do Caribe, foi realizada juntamente com o Governo do Ceará/Funceme e a Prefeitura de Sobral, município localizado no coração do Semiárido do nosso Estado.

Mais recentemente, os parceiros voltaram a se unir, agora para atualizar o estado da arte da degradação de terras e desertificação no Nordeste brasileiro, apresentando, como principal resultado desse trabalho, um conjunto de elementos para uma maior compreensão a respeito do desenvolvimento sustentável do Nordeste e de sua relação com o Semiárido e as Áreas Suscetíveis à Desertificação no Brasil.

Além desses trabalhos, a parceria também foi forte no tocante à temática Mudanças Climáticas e, em particular, seus impactos sobre o setor de recursos hídricos, tendo contado aqui também com a forte atuação da Agência Nacional de Águas.

### **Como a fundação interage com os demais órgãos de meteorologia do País e do mundo? Quais as prioridades da Funceme para os próximos anos?**

A Funceme tem uma longa história de colaboração com centros de pesquisa e universidades nacionais e internacionais que atuam em meteorologia, recursos hídricos e outras áreas. Entre as mais fortes parcerias, posso citar com o *International Research Institute for Climate and Society (IRI)* da *Columbia University*, nos Estados Unidos (EUA). Inicialmente, simplesmente utilizávamos os dados do sistema de previsão de clima para alimentar modelos regionais que rodavam na Funceme, além de utilizarmos informações relativas às previsões de Temperaturas de Superfície do Mar (TSM). Isso já representava um grande avanço em previsão climática em 2000. A partir de janeiro de 2013, a Funceme tornou-se totalmente independente em termos de previsão climática, gerando previsões globais de clima, por meio de vários cenários que alimentam os modelos regionais. Esse recurso permite uma melhor avaliação do risco climático, assim como dos impactos setoriais nos recursos hídricos e na agricultura. Esses resultados têm sido, desde 2013, utilizados pelo setor de recursos hídricos nas reuniões de alocação de água dos reservatórios estratégicos do Estado do Ceará. A partir de julho de 2017 a Funceme passa a rodar, também, o sistema de previsão de TSM, antes rodado pelo IRI/Columbia.

Outras parcerias importantes ocorreram, no âmbito do Monitor de Secas, com o *National Drought Mitigation Center (NDMC)*

3 ILACCT é a Iniciativa Latino-americana e Caribenha de Ciência e Tecnologia para Implementação da Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação (UNCCD).

da *University of Nebraska-Lincoln*, também nos EUA, e a *Comisión Nacional del Agua* (Conagua) do México.

O estabelecimento de parcerias tem se mostrado, ao longo da história da Funceme, estratégico para o compartilhamento de experiências, permitindo a esta fundação assumir papéis cada vez mais relevantes perante à região e ao País, em particular, quanto ao monitoramento de secas e seu sistema de previsão climática. Para tanto, tem buscado cada vez mais trabalhar de maneira próxima a parceiros como o Inmet e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), principalmente com o seu Centro de Previsão de Tempo e Clima (Cptec). Temos colaborado com o superconjunto nacional de previsão climática e buscando novas estratégias para a melhoria do nosso sistema de previsão de clima e impactos.

“O estabelecimento de parcerias tem se mostrado, ao longo da história da Funceme, estratégico para o compartilhamento de experiências, permitindo a esta fundação assumir papéis cada vez mais relevantes perante à região e ao País, em particular, quanto ao monitoramento de secas e seu sistema de previsão climática.”

O envolvimento da academia nacional em projetos da Funceme, e vice-versa, possibilitou vários desenvolvimentos que melhoram a qualidade

dos serviços prestados pela fundação. A visão da direção dessa instituição tem sido, e continuará sendo, o apoio efetivo a projetos de mestrado e doutorado com aderência a problemas de interesse da nossa região.

“Em setembro de 2017, a Funceme completa 45 anos de geração de conhecimento voltado ao Semiárido, nas áreas de meteorologia, recursos hídricos, meio ambiente e agricultura.”

Entre as prioridades da Funceme estão algumas ações de base: a implementação definitiva da nova carreira de pesquisador da instituição em janeiro de 2018; e o concurso para agregar mais pesquisadores, com vistas a fortalecer ainda mais a geração de conhecimento relacionado à área de atuação da fundação. Em setembro de 2017, a Funceme completa 45 anos de geração de conhecimento voltado ao Semiárido, nas áreas de meteorologia, recursos hídricos, meio ambiente e agricultura.

## SEÇÃO 2

### A SECA 2010-2017 NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

---

A seca pluri-anual de 2010-2017 no Nordeste e seus impactos

Impactos da seca sobre a biodiversidade da Caatinga

O clima da Região Nordeste entre 2009 e 2017:  
monitoramento e previsão



# A seca plurianual de 2010-2017 no Nordeste e seus impactos

Eduardo Sávio Passos Rodrigues Martins<sup>1</sup>, Antonio Rocha Magalhães<sup>2</sup> e Diógenes Fontenele<sup>3</sup>

## Resumo

Este artigo estende a análise realizada por Martins e Magalhães (2015) a respeito da seca plurianual vivenciada pela Região Nordeste do Brasil. O período agora observado é de 2009 a 2017, incluindo, assim, os anos úmidos de 2009 e 2011. A análise tem como finalidade ressaltar a severidade dos eventos de seca. Neste trabalho, a Viagem aos Sertões realizada em 2016 foi apresentada e confrontada, sob o ponto de vista dos impactos ambientais e socioeconômicos, com as incursões anteriores. Essa viagem permitiu comparar o que se encontrou

## Abstract

*This article extends the Martins and Magalhães (2015) multi-year drought analysis experienced by the Northeast region of Brazil. The study period ranges from 2009 to 2017, including two wet years (2009 and 2011). The aim of this analysis is to emphasize the severity of the drought in the period. A trip to the outback (in Portuguese known as Sertões) took place in 2016, presenting the main social-economic impacts of the drought, compared to the previous trips. This last trip allowed for the comparison of the conditions*

1 Professor adjunto da Universidade Federal do Ceará (UFC) e presidente da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme). PhD em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade de Cornell, nos Estados Unidos, mestre em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e engenheiro civil pela Universidade Federal do Ceará. Presidente da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME).

2 Doutor em Economia. Ex-presidente do Comitê de Ciência e Tecnologia da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação. Trabalhou no Banco Mundial e no Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Foi Secretário de Planejamento no Governo do Estado do Ceará. Ex-professor de Economia da Universidade Federal do Ceará e de Políticas Públicas na Universidade do Texas. Atuou no Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) como líder em estudos e pesquisas sobre o Semiárido.

3 Pesquisador da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME).

em 2015 com os aspectos observados em 2016. A análise foi complementada por meio da atualização de informações a respeito da ação de tais impactos sobre setores da economia. As perspectivas para as condições climáticas em 2018 também foram expostas no presente artigo.

*between the 2015 and 2016 dry years. To complete the analysis of impacts, information about social-economic indexes was updated. Some insights about the future El Niño conditions are mentioned as well.*

**Palavras-chave:** Seca pluri-anual. Variabilidade climática. Monitoramento de secas. Impactos Setoriais. Resposta às secas. *El Niño*.

**Keywords:** *Multi-year drought. Climate variability. Drought Monitoring. Sectoral impacts. Response to drought. El Niño.*

## 1. Retratos da variabilidade climática

O semiárido nordestino vem enfrentando uma das secas pluri-anuais mais prolongadas (2012 – 2016) desde que os registros históricos sobre o fenômeno foram iniciados no século 19. Esses eventos são considerados naturais, especialmente para uma região marcada pela variabilidade climática. Esse aspecto é evidenciado pelas Fotos 1 e 2, que mostram a barragem Veneza, localizada no município de Quixeramobim, no Ceará (CE), durante os anos de 2008 e 2015, respectivamente. Enquanto em 2008 a barragem verteu, em 2015, não houve escoamento na bacia de contribuição da barragem e, por conseguinte, acúmulo de água.



**Foto 1.** Barragem Veneza, no município Quixeramobim (CE), em 2008



Foto 2. Barragem Veneza, no município Quixeramobim (CE), em 2015

Considerando o período de 2010 a 2017, apenas em 2011 houve índices pluviométricos que não seriam enquadrados em uma condição de seca meteorológica em boa parte dos Estados do Nordeste, tendo as maiores chuvas ocorrido nas unidades da Federação localizadas na porção norte daquela área do País.

Nesta área da região, em 2017, os níveis pluviométricos foram superiores aos dos últimos cinco anos, porém, em magnitude insuficiente para mudar o panorama de seca, cujos impactos econômicos, sociais e ambientais ainda estão presentes.

Martins e Magalhães (2015) descreveram alguns dos principais impactos e as características desse fenômeno, com enfoque para o período de 2012 a 2015. Esses autores alertaram, inclusive, sobre a possibilidade da continuidade do evento de seca no ano de 2016, em virtude de probabilidades, acima de 80%, de ocorrência do *El Niño* no final de 2015 e início de 2016, algo que se concretizou no segundo ano do biênio.

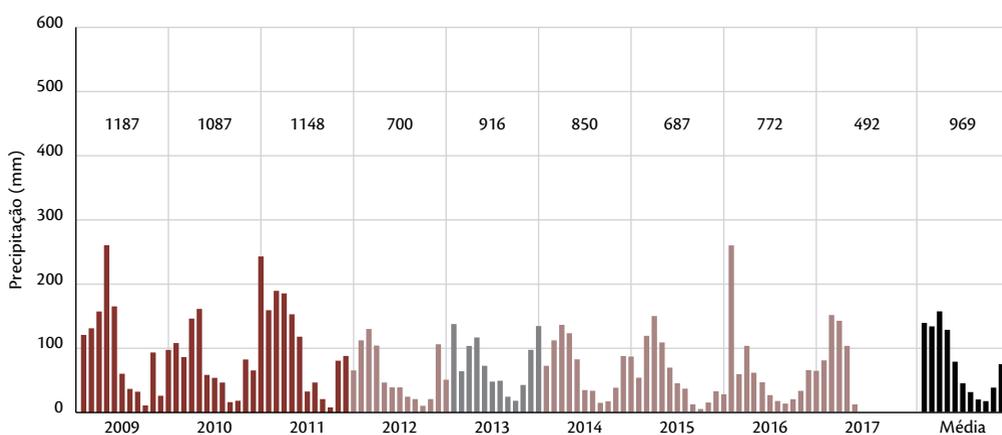
A confirmação desse fenômeno também é abordada no presente artigo, que busca ampliar as análises realizadas pelos referidos autores, como por meio dos dados representados nos gráficos 1 e 2, onde são observados, respectivamente, as distribuições intra e interanual das chuvas para o Nordeste e o Estado do Ceará, incluindo as informações consolidadas de 2016 e os números preliminares de 2017. As cores terracota, cinza e grená indicam, respectivamente, anos cujo volume de precipitação se enquadrou nas categorias abaixo, normal e acima da média histórica.

A coloração preta, situada à direita no gráfico, representa a climatologia mensal, calculada a partir do período base de 1981 a 2010, para os dados referentes ao Estado do Ceará - dados da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme) -; e de 1998 a 2016, para os dados referentes ao Nordeste - dados do Produto de Estimativa de Precipitação por Satélite (Merge) / Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe).

Dessa forma, houve no Nordeste, entre 2009 e 2017, quatro anos secos (2012, 2014, 2015 e 2016, além de 2017), um normal (2013) e três chuvosos (2009, 2010, 2011). Para o Estado do Ceará, por sua vez, foram identificados os anos de 2010, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 e 2017 como secos e apenas os anos de 2009 e 2011 como chuvosos. Dependendo da escala espacial específica que se analise, as condições de seca podem ser mais amenas ou mais severas ainda que nas escalas analisadas em âmbito geral. Por exemplo, a bacia cearense do Curu, até 2016, encontrava-se no seu sétimo ano de seca.

Vale ressaltar que os dados de 2017 para o Nordeste, como demonstrado no Gráfico 1, podem sofrer alterações, haja vista terem sido coletados até junho do respectivo ano, além de a quadra chuvosa na porção leste desta Região se concentrar entre os meses de maio a julho, quando a atuação das Ondas de Leste é mais intensa. No norte do Nordeste, área que inclui o Ceará, a quadra chuvosa se encerra em maio. Desse modo, os valores de precipitação registrados após junho de 2017 devem contribuir pouco na mudança dos dados apresentados (Gráfico 2).

Precipitação Média Anual da Região Nordeste para o período 2009 – 2017



**Gráfico 1.** Distribuição intra e interanual das chuvas para o Nordeste, no período de 2009 a 2017, com base nos dados do Produto Merge

## Precipitação Média Anual do Ceará para o período 2009 – 2017

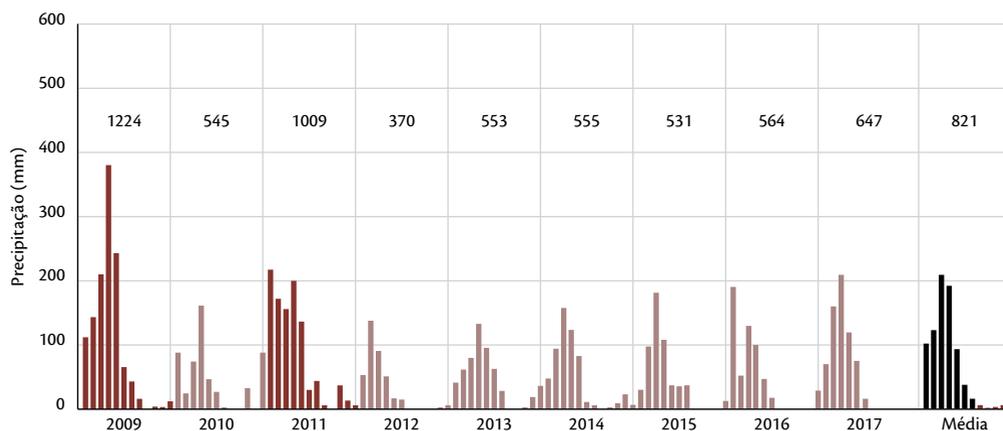


Gráfico 2. Distribuição intra e interanual das chuvas para o Ceará, no período de 2009 a 2017, com base nos dados da Funceme

## 2. Viagens aos Sertões

Com os propósitos de documentar os impactos ambientais e socioeconômicos oriundos da seca iniciada em 2012 e de verificar as ações públicas de combate a seca, foram planejadas e realizadas três expedições ao sertão cearense. As incursões ocorreram em março de 2013, setembro de 2015 e novembro de 2016.

Os roteiros dessas expedições são mostrados na Figura 1, porém, apenas a Viagem aos Sertões de 2016 é descrita neste artigo, uma vez que as viagens de 2013 e 2015 foram apresentadas por Martins e Magalhães em 2015.

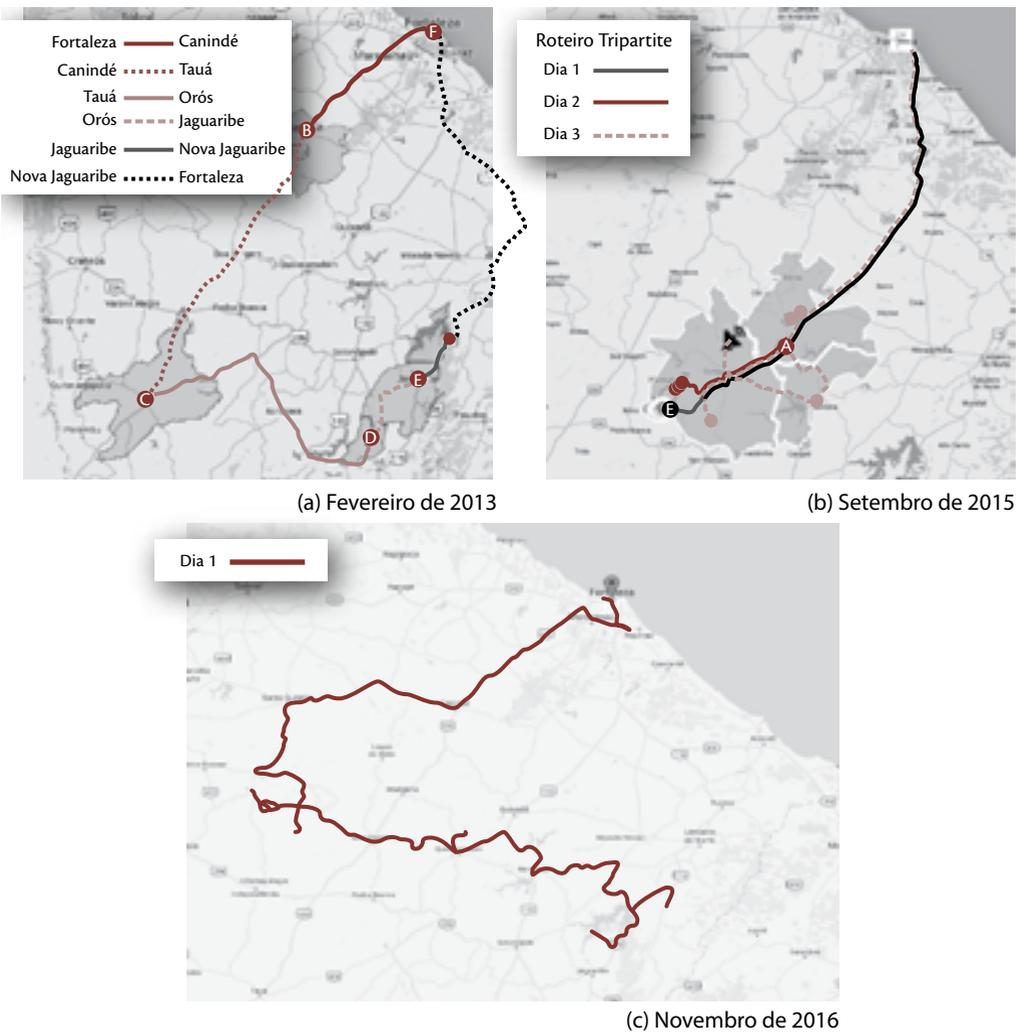


Figura 1. Roteiros das Viagens aos Sertões realizadas em 2013, 2015 e 2016

## 2.1. A viagem de 2016

No período de 7 a 10 de novembro de 2016, uma equipe composta pela representante do Banco Mundial, Dorte Verner, e pelos representantes da Funceme. Juliana Oliveira, Edson Bruno Zaranza, Giulian Nícola dos Reis e Leandro Castro se dirigiu ao interior do Estado do Ceará com

o objetivo de mostrar o impacto da seca no nível dos reservatórios Quixeramobim, Castanhão e Banabuiú. Registros fotográficos foram feitos em locais semelhantes aos da incursão de 2015, o que possibilitou elencar algumas diferenças entre os dois períodos.

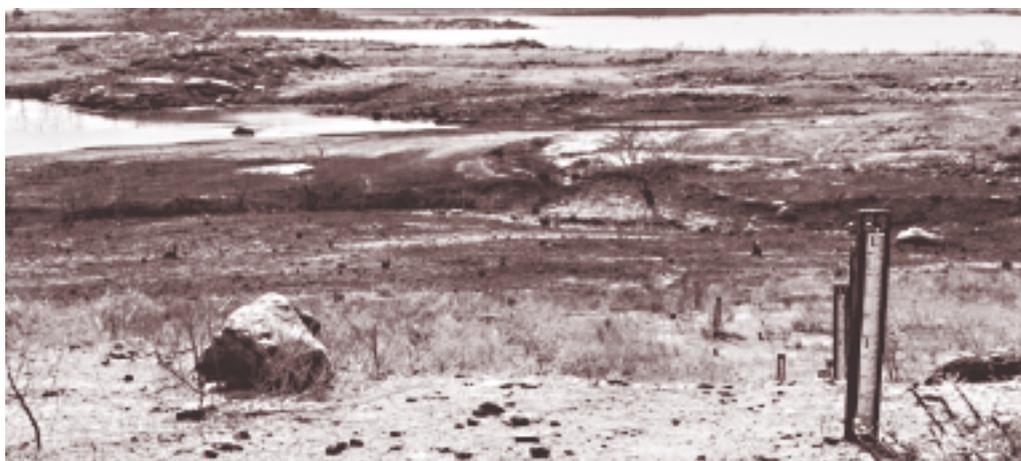
Diferentemente de 2015, a visita de 2016 permitiu aos técnicos o registro de imagens de áreas somente acessíveis nas circunstâncias de extrema escassez hídrica, como no caso da cidade de Velha Jaguaribara, que se encontrava, no ano anterior, submersa pelo Açude Castanhão. Esse reservatório apresentou uma redução de 997,3 hectômetros cúbicos (hm<sup>3</sup>), em setembro de 2015, para 355,69 hm<sup>3</sup>, em novembro de 2016, passando, portanto, a ter apenas 5,31% de sua capacidade à data da visita mais recente.

As fotos 3 e 4, referentes ao reservatório, respectivamente, em 2015 e 2016, tornam clara tamanha discrepância de volume.

Entre os dois períodos, também foram perceptíveis um aumento na frequência de animais mortos nas estradas, especialmente bovinos, e a presença de animais silvestres em busca de água nas proximidades dos açudes.



Açude Castanhão, em 2015



Açude Castanhão, em 2016.

**Foto 3.** e 4. Evidência do impacto da seca de 2012 a 2016 sobre o Açude Castanhão

Dentre as semelhanças das visitas em 2015 e 2016, ressalta-se a resiliência das populações sertanejas, que buscam, por meio da experiência e do ensino, técnicas para a conservação de água e manutenção da umidade do solo. Aspectos inerentes a essas populações puderam ser observados no assentamento Santana, dos trabalhadores rurais sem terra, em Monsenhor Tabosa (CE).

As ações públicas de enfrentamento da seca também foram percebidas nos dois anos mais recentes das Viagens aos Sertões. Construções de poços, implantações de adutoras e, principalmente, o abastecimento de água realizado por meio de carros-pipa foram iniciativas observadas nessas visitas. Contudo, a severa escassez de água revelou as limitações de algumas dessas técnicas.

No caso dos carros-pipa, por exemplo, a grande demanda associada à baixa disponibilidade hídrica tornava lento o processo de abastecimento de algumas regiões. Além disso, a dificuldade de acesso a algumas dessas localidades representava um fator limitante adicional e causador do atraso no abastecimento.

### 3. A seca de 2016: moduladores e impactos

Antes de nos aprofundarmos nas características do evento de seca do ano de 2016 sobre o Nordeste, vale salientar o papel das Temperaturas da Superfície do Mar sobre a variabilidade interanual no regime de precipitação desta região, especialmente em sua porção norte, aqui representada pela sigla Norte do Nordeste do Brasil (NNEB) (HASTENRATH; HELLER, 1977).

No Pacífico, o fenômeno *El Niño* Oscilação Sul (Enos) representa um modo de oscilação natural, com repostas nos campos atmosféricos e oceânicos e cujos eventos quentes, designados como *El Niño*, alteram a circulação de Walker, de formar a inibir o desenvolvimento vertical de nuvens sobre o Nordeste brasileiro. Esse fato favorece a ocorrência de secas.

Uma das formas de identificar a fase do Enos se dá por meio do índice Oceanic Niño Index (ONI), calculado com base na média da anomalia de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) na região do Pacífico Equatorial, delimitada por 5N-5S e 120W-170W, também conhecida como NINO3.4. Quando os valores de anomalia no NINO3.4 são superiores a 0,50C ou inferiores (-0,50C) durante cinco trimestres sobrepostos, é caracterizado(a) um(a) *El Niño* ou (La Niña).

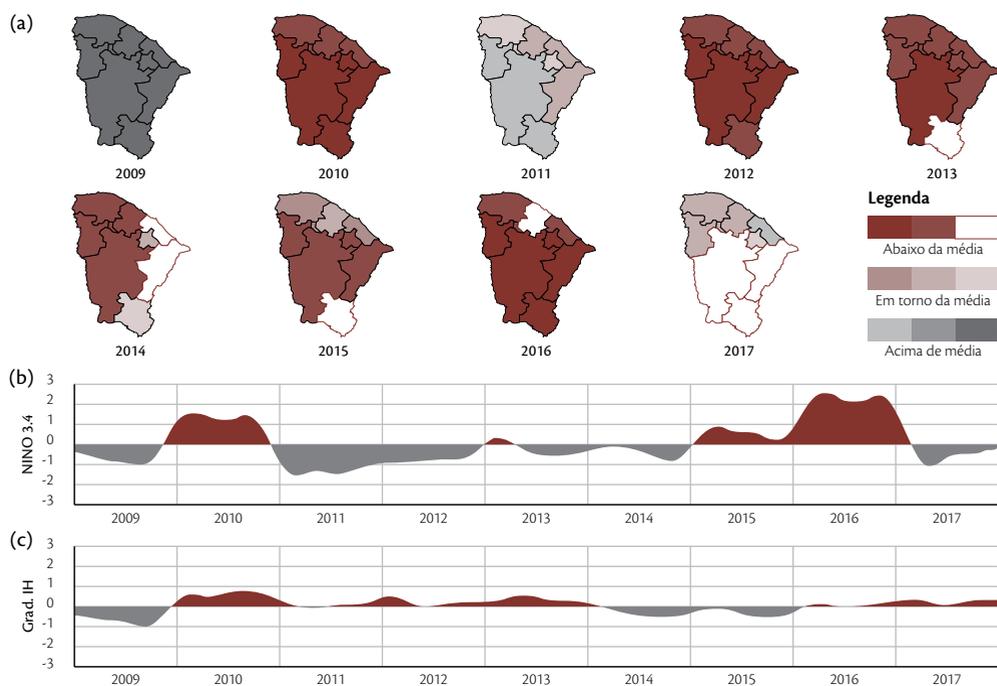
No Atlântico, por sua vez, a diferença entre as anomalias de TSM no Atlântico Tropical Norte (20N-1N; 50W-20W) e Sul (1N-17S, 30W-0) estabelece um gradiente inter-hemisférico (GRADIH) que modula o posicionamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), principal sistema atmosférico indutor de chuvas sobre o NNEB.

Em anos com valores de NINO3.4 superiores a 1,5, ou seja, com eventos de *El Niño* forte, há um maior aquecimento no Atlântico Tropical Norte e, assim, um valor positivo do Dipolo, representando águas mais aquecidas naquela região. Esse fenômeno favorece a formação da ZCIT mais ao norte de sua posição climatológica e causa severas secas sobre o NNEB, como as observadas em 1983, 1998 e, mais recentemente, em 2016.

O Gráfico 3 apresenta a classificação das chuvas durante a estação chuvosa – fevereiro, março, abril e maio (FMAM) -, para as regiões homogêneas do Estado do Ceará (Gráfico 3a) e em função de nove categorias de severidade de seca. A definição das categorias ocorre com base nos percentis que variam de 10 em 10, a partir do percentil 11.1 (condição extremamente seca) até o percentil 88.8 (condição extremamente úmida). É exposta, ainda, a relação entre a classificação das chuvas e os valores de TSM. Para o NINO3.4, o período é de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro (NDJF) (Gráfico 3b), ao passo que, para o Gradiente Inter-hemisférico (Gráfico 3c), os meses são FMAM.

A análise é conduzida entre 2009 e 2017, evidenciando que os anos secos de 2010, 2015 e 2016 e os de 2012 e 2013 se relacionaram com valores positivos de NINO<sub>3.4</sub> e Gradiente Inter-hemisférico, respectivamente.

O Gráfico 3 também ressalta que os índices pluviométricos de 2016 geraram uma condição de seca extrema nas mesmas regiões que em 2010, porém, com o Litoral de Fortaleza (cor branca) sendo menos afetado no ano mais recente.



**Gráfico 3.** (a) Classificação das chuvas nas regiões homogêneas no Estado do Ceará para FMAM. (b) Índice oceânico NINO<sub>3.4</sub> para NDJF. (c) Gradiente Oceânico Inter-Hemisférico para FMAM

A análise do ano seco de 2016 para as demais regiões do Nordeste foi conduzida com base no Monitor de Secas para dezembro do ano em estudo (Figura 2), uma vez que há a ocorrência de precipitações na área leste do Nordeste em maio, junho e julho (MJJ); e, na porção mais ao sul e no extremo norte, em outubro, novembro e dezembro (OND).

Precipitações foram registradas em dezembro de 2016 nos Estados do Maranhão, Piauí e da Bahia, com acumulados de precipitação variando entre 25 mm e 300 mm e valores máximos sendo observados no centro e oeste do Maranhão. Nessas localidades maranhenses, as chuvas contribuíram para a redução da gravidade da seca sendo que, no noroeste do Estado, a condição

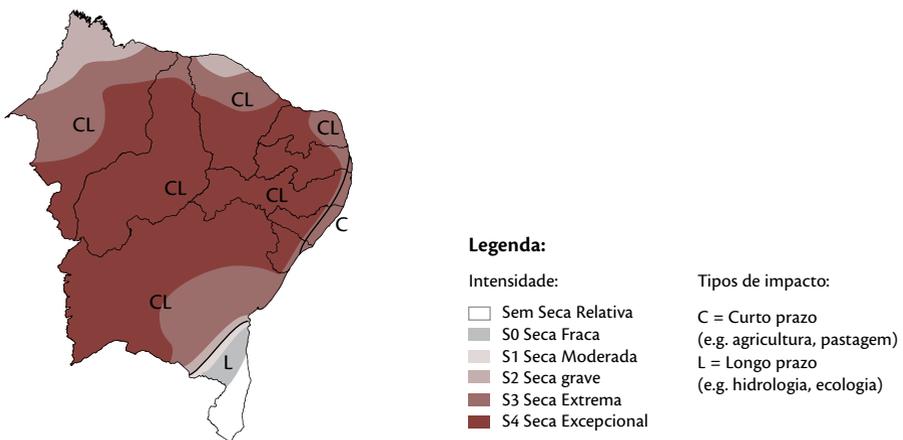
passou de Seca Extrema (S3) para Seca Grave (S2) e, na região central, de Seca Excepcional (S4) para seca Extrema (S3), conforme as categorias de severidade representadas na Figura 2, ou seja, Sem Seca Relativa; S0 - Seca Fraca; S1 - Seca Moderada; S2 - Seca Grave; S3 - Seca Extrema; e S4 - Seca Excepcional.

Por outro lado, nas localidades sul e leste do Estado, houve intensificação da Seca Extrema (S3) para Seca Excepcional (S4), em função da baixa pluviometria dessas regiões.

Em Pernambuco, por sua vez, situado na porção leste do Nordeste, as chuvas ficaram abaixo do esperado em praticamente todo o Estado. Dessa forma, o quadro de seca permaneceu o mesmo no Sertão e Agreste, com Seca Excepcional (S4) de curto e longo prazos e, no Litoral, com Seca Extrema (S3) de curto prazo.

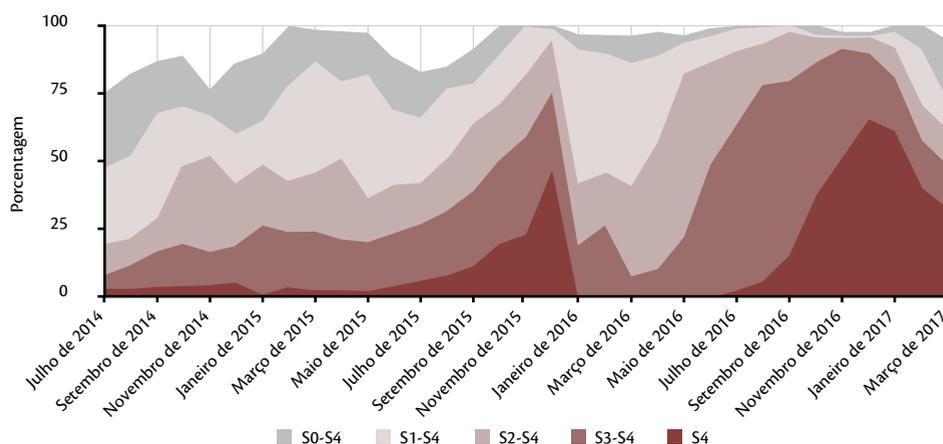
No sul do Nordeste, a pluviometria na Bahia também ficou abaixo do esperado, com os menores valores observados no centro e norte do Estado. Nessas localidades, a seca já apresentava intensidade, variando de Seca Extrema (S3) a Seca Excepcional (S4). Houve destaque, ainda, na expansão da área de Seca Extrema (S3) para o sudoeste do Estado, haja vista a redução das chuvas ocorrida nos meses de outubro, novembro e dezembro, que integram o primeiro período chuvoso do Estado.

A evolução do percentual de área em nível de severidade de seca para a Região Nordeste é apresentada no Gráfico 4. A Tabela 1 expõe esses valores para o mês de dezembro de 2016, com 65,64% de área com Seca Excepcional.



**Figura 2.** Mapa do Monitor de Secas para o mês de dezembro/2016

Fonte: Agência Nacional das Águas (ANA).



**Gráfico 4.** Evolução do percentual da área das faixas de severidade de seca para a Região Nordeste. Informações referentes a abril de 2017

Fonte: Agência Nacional das Águas (ANA).

**Tabela 1.** Percentual da área, em dezembro de 2016, das faixas de severidade de seca para a Região Nordeste

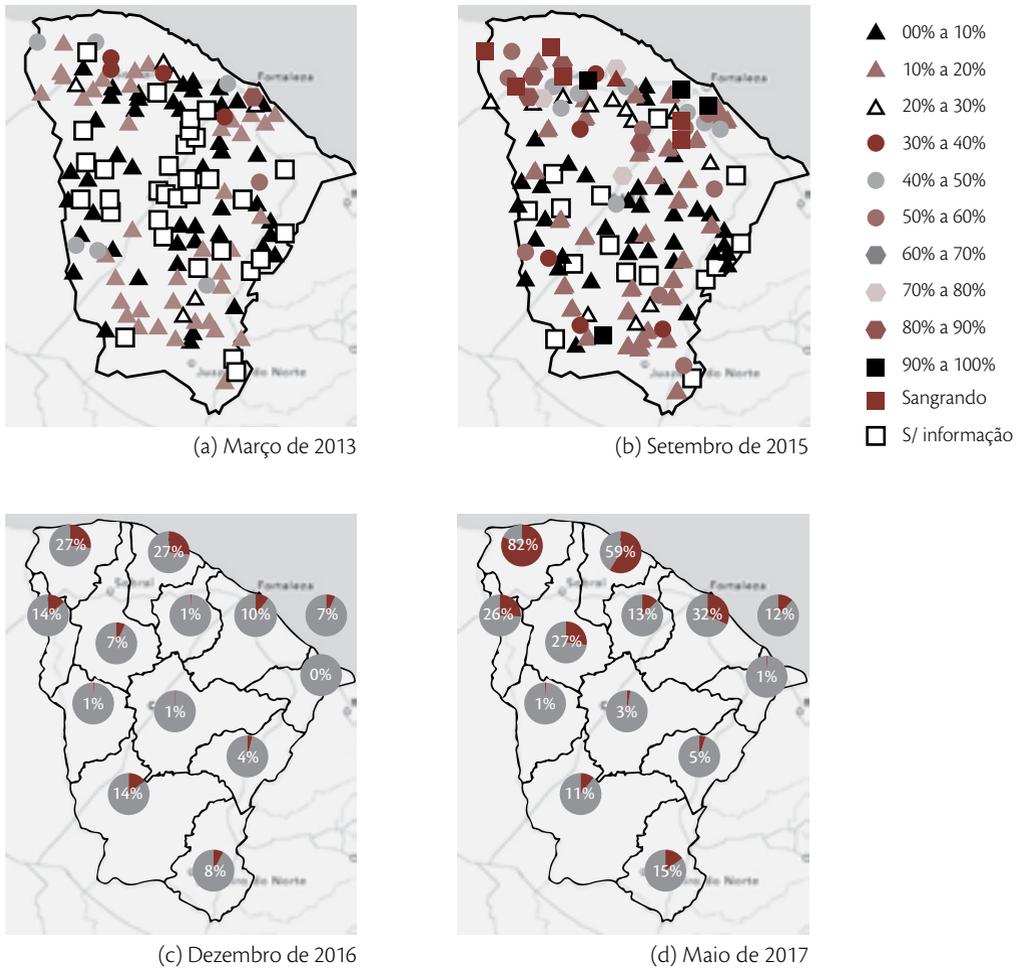
Mapa	Sem seca	S0-S4	S1-S4	S2-S4	S3-S4	S4
Dezembro de 2016	2,28	97,72	96,38	95,53	89,93	65,64

Fonte: Agência Nacional das Águas (ANA).

## 4. Impactos Setoriais na Região Nordeste

### 4.1. Recursos hídricos

A análise da seca, considerando os recursos hídricos, deu ênfase ao nível dos reservatórios presentes no Estado do Ceará, onde 153 açudes são monitorados. A Figura 3 apresenta o percentual de volume armazenado por reservatório e por região hidrográfica para os períodos de dezembro de 2016 (figuras 3a e 3c) e maio de 2017 (figuras 3b e 3d).



**Figura 3.** Volume percentual armazenado por reservatório em (a) dezembro de 2016 e (b) maio de 2017; e por região em (c) dezembro de 2016 e (d) maio de 2017

Fonte: Funceme/Portal Hidro, com dados da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (Cogerh), órgãos vinculados à Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH/CE).

A escolha dos meses de dezembro de 2016 e maio de 2017 ocorreu, respectivamente, para mostrar o nível crítico em que chegou o volume dos reservatórios ao fim do período de cinco anos seguidos de seca; e para avaliar a recarga nos reservatórios do Estado após a quadra chuvosa de 2017.

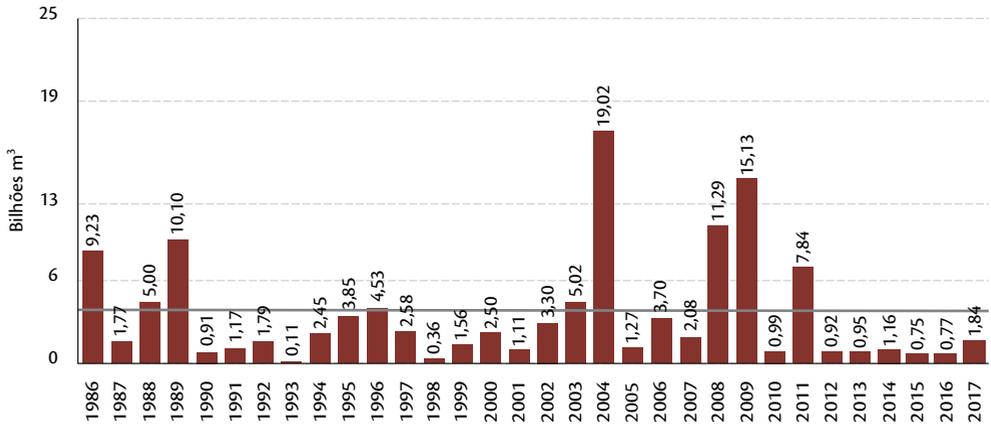
Em dezembro de 2016, o volume percentual armazenado nos reservatórios do Ceará foi de 7%. Ao final de maio de 2017, esse valor alcançou 12% (figuras 3c e 3d). O número de reservatórios cuja capacidade era de 0 a 10% reduziu de 108 para 70 após a quadra chuvosa de 2017 (Tabela 2). Os números apontam uma ligeira melhora, como demonstrado no Gráfico 5, porém, o aporte nos reservatórios oriundo das precipitações de 2017 ainda é irrisório frente a magnitude e duração da seca enfrentada no Estado. Sob o ponto de vista hidrológico, 2017 representa um sétimo ano seguido de seca hídrica, com valores de aporte em ordem semelhante ao ano de 2014 (Gráfico 5b), o que revela uma grande preocupação, se forem considerados os cenários possíveis para 2018 – ano este que será discutido a posteriori.

**Tabela 2.** Número de reservatórios por faixas de percentual de armazenamento no Estado do Ceará

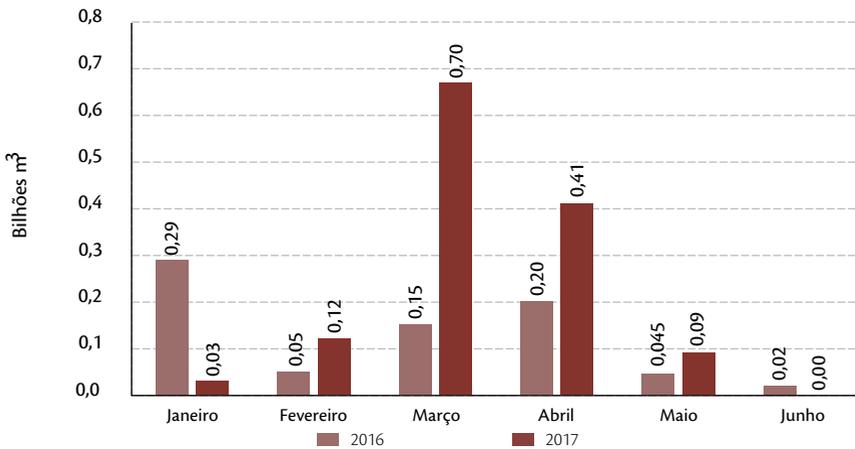
Volume (%)	Dezembro/2016	Maior/2017
▲ 00% a 10%	108	70
▲ 10% a 20%	20	23
▲ 20% a 30%	08	13
● 30% a 40%	05	05
● 40% a 50%	06	08
● 50% a 60%	01	08
● 60% a 70%	04	03
● 70% a 80%	00	04
● 80% a 90%	01	05
■ 90% a 100%	00	05
■ Sangrando	00	09
□ Sem informação	02	02

Fonte: iOS Funceme/Portal Hidro, com dados da Cogerh.

5a)



5b)



**Gráfico 5.** À esquerda, aporte em bilhões de metros cúbicos (m<sup>3</sup>) aos reservatórios monitorados pelo Estado do Ceará (Fonte: Cogerh). À direita, aporte mensal durante os principais meses da quadra chuvosa nos anos de 2016 e 2017. Não incluí os açudes das transferências hídricas para a Região Metropolitana de Fortaleza (Curral Velho, Pacajus, Pacoti, Riachão e Gavião).

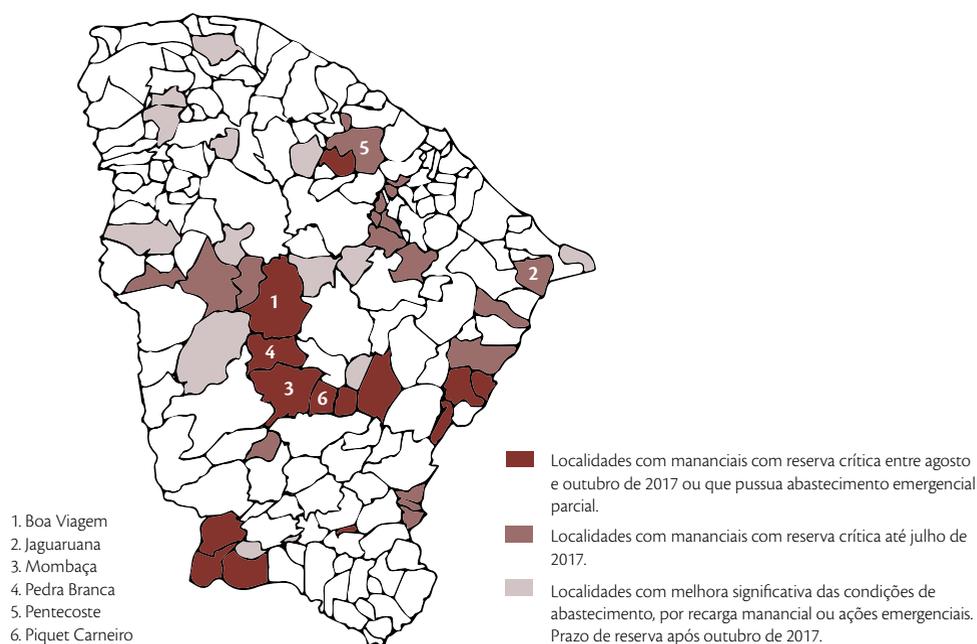
Fonte: Cogerh

## 4.2. Abastecimento Urbano

Em resposta ao déficit hídrico vivenciado pela população cearense, o governo Estadual, em parceria com governos municipais, promoveu ações emergenciais em diversas localidades, durante a seca de 2012-2016, por meio da instalação de adutoras de montagem rápida e da perfuração de poços. Os recursos para essas iniciativas foram provenientes do Ministério da Integração Nacional e da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (Cogerh), vinculada à Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH/CE).

Além disso, o governo cearense inaugurou a Estação de Tratamento de Água (ETA) do Gavião, que faz parte do Plano de Segurança Hídrica da Região Metropolitana e permite uma economia de água de 300 litros por segundo, em virtude do reuso da água de lavagem dos filtros.

O governo do Estado ainda definiu três níveis de prioridade para orientar o abastecimento em caráter emergencial: Prioridade 1 (água disponível até julho de 2017); Prioridade 2 (água disponível variando entre agosto e dezembro de 2017); e Prioridade 3 (água disponível além de outubro de 2017). A Figura 4 apresenta um mapa síntese com o destaque para os municípios em que os centros urbanos estão enquadrados nessas prioridades.



**Figura 4.** Mapa síntese da situação hídrica por município do Estado do Ceará, em maio de 2017

Fonte: Cogerh.

Dessa forma, municípios como Boa Viagem, Pedra Branca, Mombaça e Piquet Carneiro, situados no Sertão Central e na região do Inhamus, apresentam mananciais com reserva crítica até julho de 2017, mesmo após a quadra invernososa desse mesmo ano. Mais próximos ao litoral, os municípios de Jaguaruana e Pentecoste possuem reservas que podem variar de agosto a outubro de 2017, com a possibilidade de ocorrer abastecimento emergencial parcial.

### 4.3. Agricultura e Pecuária

A análise agropecuária apresentada neste tópico considera o período de 2009 a 2017 para o Nordeste brasileiro. Embora a análise difira da realizada por Martins e Magalhães (2015) no que concerne ao tipo específico da cultura e à metodologia empregada no cálculo do desvio percentual, a abordagem utilizada também proporciona uma visão geral dos impactos das secas sobre a produção agrícola e pecuária.

Na análise de 2015, os autores utilizaram o ano de 2011 como referência na produção de algumas lavouras temporárias e, assim, as informações deste ano foram adotadas como base para o cálculo do desvio percentual.

A Tabela 3 apresenta a variação percentual na produção acumulada de cereais, oleaginosas e leguminosas para o Nordeste e suas unidades federativas. É clara a redução dessas lavouras nos anos de 2010, 2012, 2013 e 2016. Em 2015, as reduções são mais acentuadas no Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba, porém, considerando a região Nordeste houve um superávit na ordem de 12,8%.

A Tabela 4 mostra as quedas na produção de arroz e feijão para o Nordeste, praticamente em todo período analisado, com uma recuperação na produção de milho, considerando a estimativa calculada para abril de 2017. Ressalta-se a forte queda na produção de arroz em 2016.

Quanto à pecuária, o leite foi adotado como indicativo da produtividade do setor. Na variabilidade entre os Estados, porém, 2016 se destaca mais uma vez em relação a queda de produção, exceto no Estado do Piauí.

**Tabela 3.** Variação percentual da produção acumulada de cereais, oleaginosas e leguminosas para o Nordeste brasileiro, no período de 2009 a 2017, tendo por base o ano úmido de 2011

	2009	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017
NE	-21,0	-19,5	-18,3	-18,8	5,9	12,8	-35,3	22,1
MA	-28,3	-17,7	-2,1	15,6	36,0	30,2	-27,4	59,9
PI	-29,7	-38,6	-0,8	-30,1	23,4	36,8	-40,0	82,6
CE	-40,2	-74,2	-82,2	-81,6	-59,2	-82,6	-85,6	-75,1
RN	-14,2	-76,2	-92,9	-74,7	-72,7	-89,6	-89,2	-55,1
PB	50,1	-71,0	-92,2	-53,3	-56,3	-82,6	-79,4	7,4
PE	33,1	-2,2	-72,9	-79,3	-56,5	-68,0	-85,4	-26,4
AL	22,0	-12,2	-40,4	-48,4	-57,3	-43,1	-55,1	-16,7
SE	54,6	62,4	-36,5	46,8	58,6	3,5	-65,6	35,9
BA	-20,8	-9,4	-13,2	-19,0	1,1	22,6	-22,2	7,6

Fonte: IBGE. *Produção Agrícola Municipal; Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA) realizado em dezembro (2013) e abril (2017).*

**Tabela 4.** Variação percentual da produção de arroz, feijão e milho para o período de 2009 a 2017, tendo por base o ano úmido de 2011

Lavoura	2009	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Arroz	-6,8	-24,6	-39,5	-39,8	-27,7	-57,7	-76,3	-58,5
Feijão	-3,6	-26,2	-66,8	-44,0	-32,9	-23,4	-61,7	-18,7
Milho	-8,2	-18,1	-23,5	-5,8	31,5	17,7	-38,8	27,3

Fonte: IBGE. *Produção Agrícola Municipal; Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA) realizado em dezembro (2013) e abril (2017).*

**Tabela 5.** Variação percentual da produção leite para o período de 2009 a 2016, tendo por base o ano úmido de 2011

	2009	2010	2012	2013	2014	2015	2016
NE	-21,9	-10,4	-10,1	-15,3	-2,7	-7,9	-13,3
MA	-19,1	0,1	11,0	23,9	34,2	2,7	-18,6
PI	32,1	19,8	36,7	63,7	98,2	81,3	61,1
CE	-21,6	-14,5	-10,2	-11,9	7,3	1,9	-11,6
RN	9,4	9,3	-14,9	-31,3	-29,7	-33,1	-24,4
PB	-10,6	-5,8	-6,2	-19,3	5,5	0,8	-11,7
PE	-40,6	-15,1	-0,5	-22,5	-16,7	-11,7	-11,2
AL	0,8	0,7	-20,7	-26,1	-20,8	-30,5	-48,2
SE	-45,4	-31,7	-6,7	2,1	35,1	31,9	35,8
BA	-21,9	-10,4	-10,1	-15,3	-2,7	-7,9	-13,3

Fonte: IBGE – Estatística da Produção Pecuária; Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA) realizado em março (2017).

## 5. A natureza da resposta durante a seca plurianual

A natureza da resposta à variabilidade climática, descrita no início deste artigo, tem sido reativa em sua essência, por exemplo, por meio da perfuração de poços e instalação de adutoras emergenciais, entre outras iniciativas. Do mesmo modo, o gerenciamento direcionado ao tema no Brasil tem permanecido mais reativo em natureza, com a adoção de mecanismos de resposta durante épocas de seca, por comitês de seca temporários, nos níveis federal e estadual. Esse caráter provisório é agravado pelos fatos de que as instituições não interagem constantemente e não conseguem fornecer ações rápidas, abrangentes, bem integradas e coordenadas entre os Estados e a União. Em âmbito estadual, por sua vez, as fragilidades institucionais, de recursos humanos e financeiros limitam as soluções, em geral, ao contexto de programas pensados pela União.

As instituições responsáveis pelo monitoramento e pela previsão referentes à meteorologia, hidrologia ou agricultura, na União e nos Estados, atuam de forma independente, cada uma possuindo produtos específicos relativos ao monitoramento das secas. Assim, Estados e União, muitas vezes, não concordam com o nível de severidade de seca atribuído por uma das esferas da administração para uma determinada região. Esta divergência tem consequência no reconhecimento das necessidades de mobilização ou desmobilização de recursos, em particular, aqueles de natureza emergencial. Por esse motivo, foi proposto e implementado o Monitor de Secas (TEIXEIRA; MACHADO, 2015), visando a uma ação mais concertada entre os entes federais e estaduais que possuem aderência à temática, pelo menos no que concerne à observação da dinâmica da seca. A ideia era iniciar por este monitoramento e, posteriormente, trabalhar na previsão e alerta precoce de secas, análise de vulnerabilidades e resposta, de modo a abranger todos os pilares de uma política nacional de secas.

Mesmo as grandes instalações (reservatórios e canais de interligação) foram pensadas em momentos de emergência e, em alguns Estados, os investimentos realizados nessas infraestruturas hídricas, como no Ceará entre os anos 90 e 2000, pareciam ter sido uma resposta aos impactos das secas, pelo menos no que se refere ao atendimento às demandas ligadas aos hidrossistemas construídos (demandas urbanas, agricultura irrigada em perímetros, etc). A sequência das secas recentes (2010; 2012-2016), apesar de dois anos chuvosos consecutivos antecedendo-a, demonstrou que uma reflexão mais profunda deve ser feita. A fragilidade não é só na infraestrutura, mas, sobretudo, na gestão de curto, médio e longo prazos, bem como na necessidade de se repensar o desenvolvimento econômico de regiões já frágeis ambientalmente.

*Fonte: Martins e Magalhães (2015).*

É bom mencionar, no caso do Ceará, que Fortaleza ainda tem disponibilidade de água para 2017 por conta de decisões tomadas no ano chuvoso de 2009. O açude Castanhão tem sido operado de modo a maximizar seu volume armazenado ao fim da quadra chuvosa. Estima-se que a adoção desse procedimento tenha permitido o acúmulo adicional de 1,5 bilhões de m<sup>3</sup>, o que não teria sido possível se o plano de controle de cheias do reservatório fosse seguido. Essa operação foi coordenada em conjunto entre a Cogerh e a Funceme, tomando como base a Previsão de Tempo e Hidrológica para subsidiar o processo de tomada de decisão.

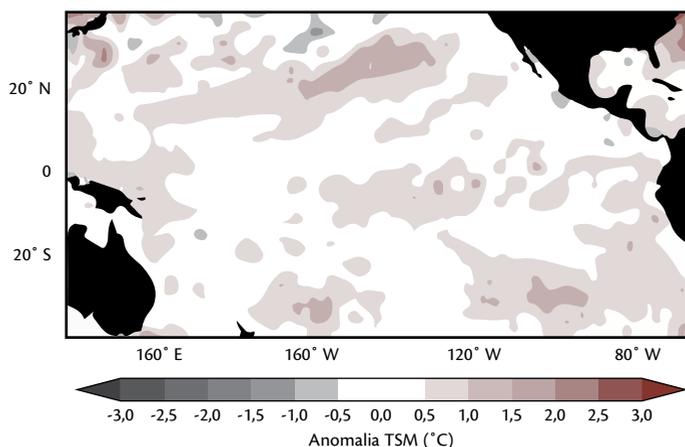
## 6. As perspectivas para 2018

As preocupações apontadas por Martins e Magalhães (2015) a respeito de um possível evento de seca em 2016, com base na previsão probabilística do fenômeno *El Niño* Oscilação Sul, se confirmaram, com fortes impactos socioeconômicos e ambientais.

Para 2018, as condições atuantes no Pacífico Equatorial indicam um leve aquecimento nas regiões do NINO3.4 (Figura 5).

Segundo a previsão do International Research Institute for Climate and Society (IRI) - Climate Prediction Center (CPC) ou IRI/CPC<sup>4</sup>, há uma probabilidade (Gráfico 6) superior a 55% de ocorrência do fenômeno para os trimestres dezembro, janeiro e fevereiro (DJF) e janeiro, fevereiro e março (JFM) de 2018. Embora a destreza dos modelos oceânicos não seja satisfatória para as previsões emitidas em março, abril e maio e as previsões de julho e agosto apresentem maior grau de confiabilidade quando há ocorrência do *El Niño*, os efeitos acumulados dos seguidos anos de seca exigem do setor público um planejamento estratégico a fim de minimizar os possíveis impactos de mais um ano de seca.

Anomalia de TSM (oC)



**Figura 5.** Média das anomalias de Temperatura de Superfície do Mar (TSM) para o Oceano Pacífico, para maio de 2017

Fonte: Elaborado pela FUNCEME com informações de NOAA; OAR; ESRL/PSD.

4 Instituto Internacional de Pesquisa para o Clima e a Sociedade - Centro de Previsão do Clima.

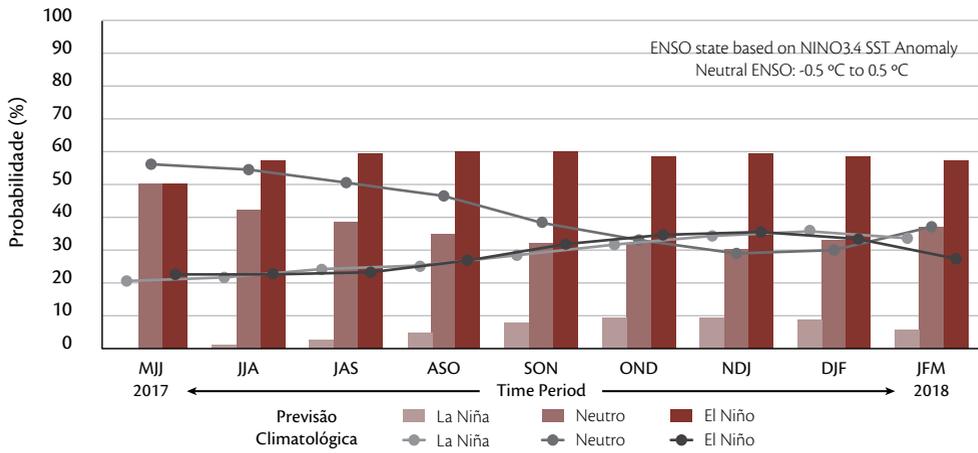


Gráfico 6. Previsão Probabilística de ENSO baseadas na Pluma de Modelos emitida em meados de maio de 2017 por IRI/CPC

## Referências

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – ANA. **Monitor de secas**. Brasília. Disponível em: <<http://monitordesecas.ana.gov.br>>.

BANCO MUNDIAL. **Relatório geral do monitor**. Brasília: 2015.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS – CGEE; FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS – FUNCEME. In: SEMINÁRIO SOBRE SECAS, IMPACTOS E RESPOSTAS – Uma análise da seca de 2012-2013 no Nordeste e contribuições para uma Política Nacional de Secas, Fortaleza, Outubro, 2013. **Transcrições das Apresentações Orais...** Fortaleza: 2013.

EARTH SYSTEM RESEARCH LABORATORY – ESRL. PHYSICAL SCIENCES DIVISION – PSD. **Site**. Disponível em: <<https://www.esrl.noaa.gov/psd/>>.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS – FUNCEME. **Site**. Disponível em: <<http://www.funceme.br/>>.

HASTENRATH, S.; HELLER, L. Dynamics of climatic hazards in north-east Brazil. **Quart. J. R. Meteor. Soc.**, n. 110, p. 411-425. 1977.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Indicadores IBGE**. Estatística de produção pecuária. Brasília: 2017.

\_\_\_\_\_. **Levantamento sistemático da produção agrícola**: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Jan. 1975-jul. 1989; v.1, n.1 (ago. 1989) - Rio de Janeiro: IBGE. 1975.

\_\_\_\_\_. **Produção agrícola municipal** – PAM. Brasília: 2017.

INTERNATIONAL RESEARCH INSTITUTE FOR CLIMATE AND SOCIETY (IRI) - CLIMATE PREDICTION CENTER (CPC). **Site**. Disponível em: <<http://iri.columbia.edu/>>.

MARTINS, E.S.P.R.; MAGALHÃES, A.R. A Seca de 2012-2015 no Nordeste e seus impactos. **Revista Parcerias Estratégicas**, Edição Especial, v. 20, n. 41, p. 107- 128, jul-dez 2015. Disponível em: <[http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias\\_estrategicas/article/viewFile/801/733](http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/801/733)>.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION – NOAA. **Site**. Disponível em: <<http://research.noaa.gov/>>.

OCEANIC AND ATMOSPHERIC RESEARCH – OAR. **Site**. Disponível em: <<https://hub.oar.noaa.gov/>>.

TEIXEIRA, F.J.C.; MACHADO, J. Secas no Brasil: a construção de outro modelo de gestão. **Revista Parcerias Estratégicas**, Edição Especial, v. 20, n. 41, p. 89-106, jul-dez 2015. Disponível em: <[http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias\\_estrategicas/article/viewFile/800/732](http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/800/732)>.

# Impactos da seca sobre a biodiversidade da Caatinga

João Arthur Soccal Seyffarth<sup>1</sup> e Valdemar Rodrigues<sup>2</sup>

## Resumo

Embora ainda não se tenha dados precisos para quantificar os impactos da seca atual na biodiversidade e apenas se possa inferir os impactos das mudanças climáticas a partir de poucos estudos realizados, a vulnerabilidade da biodiversidade da Caatinga às secas e às mudanças climáticas é alta, devido, principalmente, aos efeitos negativos crescentes do processo de desertificação. De fato, em bom estágio de conservação, a biodiversidade da Caatinga não sofreria impactos significativos derivados de uma seca, por mais longa e severa que fosse, e estaria bem mais adaptada às condições climáticas futuras. É preciso que se melhore a capacidade adaptativa do País para enfrentar o processo de desertificação e, assim, reduzir os efeitos das secas e das mudanças climáticas, conforme defendido no presente artigo. Para tanto, são necessárias novas pesquisas para

## Abstract

*Although there isn't precise data to quantify the impacts of the current drought on biodiversity, and the impact of climate changes can only be inferred from the few studies conducted, the vulnerability of the biodiversity of the Caatinga to droughts and climate change is high, mainly due to the growing negative effects of desertification. As a matter of fact, the biodiversity of the Caatinga wouldn't suffer any significant impact derived from a drought, be it the longest and the most severe, and it would be more adapted to future climatic conditions. As the present article defends, what is needed is to improve Brazil's adaptive capacity to face the problem of desertification and, thus, reduce the effects caused by drought and climate change. To do so, new research to quantify and qualify the impact of droughts, desertification and*

<sup>1</sup> Analista Ambiental no Departamento de Desenvolvimento Rural Sustentável e de Combate à Desertificação da (DRSD) Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável (SEDR) do Ministério do Meio Ambiente (MMA).

<sup>2</sup> Diretor do DRSD/SEDR/MMA.

quantificar e qualificar melhor os impactos das secas, da desertificação e das mudanças climáticas na biodiversidade do bioma. Ao mesmo tempo, é essencial o fomento às ações locais que reduzam sua vulnerabilidade, tais como: a implementação das áreas e ações prioritárias para a conservação da Caatinga; a ampliação da área do bioma coberta por unidades de conservação; e a instalação de Unidades de Recuperação de Áreas Degradadas e Redução da Vulnerabilidade Climática nas Áreas Susceptíveis à Desertificação (URAD).

*climate change on the biodiversity of the biome is necessary. At the same time, it is essential to foster local actions to reduce its vulnerability, such as: the implementation of the areas and priority actions to preserve the Caatinga; the expansion of the area covered by conservation units; and the implementation of Recovery Units of Degraded Areas (acronym in Portuguese URAD) and the Reduction of Climate Vulnerability in Areas Susceptible to Desertification.*

**Palavras-chave:** Vulnerabilidade da biodiversidade da Caatinga. Impactos da secas. Mudanças climáticas.

**Keywords:** *Vulnerability of biodiversity in the Caatinga. Impact of droughts. Climate change.*

## 1. Introdução

Quando recebemos o convite para participar do Seminário de Avaliação da Seca de 2010-2016 no Semiárido Brasileiro - realizado entre 30 de novembro e 02 de dezembro de 2016, em Fortaleza, Ceará (CE) – e para coordenar, durante a programação desse evento, a sessão que trataria dos Impactos desta seca sobre a Biodiversidade e a Caatinga, duas questões surgiram:

- A biodiversidade da Caatinga não é adaptada às secas e à semiaridez?
- Existem dados precisos e atuais para medir os impactos?

De fato, a biodiversidade da Caatinga, como veremos, evoluiu com uma série de adaptações à seca e à semiaridez e, portanto, não deveria sofrer impactos derivados dessas condições. No entanto, sabe-se que a biodiversidade da Caatinga vem sofrendo, deste o início da colonização, uma série de impactos relacionados com o processo de desertificação, que é a degradação das terras nas áreas áridas, semiáridas e subúmidas secas. Isso inclui o desmatamento, a poluição dos rios, a exploração insustentável da fauna e flora, a erosão, ou seja, processos que invariavelmente levam à perda da biodiversidade. Também pode-se inferir que as mudanças climáticas deverão

ter impacto na biodiversidade do bioma, alterando as condições climáticas que determinam a distribuição das suas espécies. Dessa forma, podemos considerar que a biodiversidade da Caatinga pode estar mais vulnerável às secas, no presente, devido ao processo de desertificação e poderá estar ainda mais vulnerável, no futuro, com o acúmulo dos impactos da desertificação e das mudanças climáticas. Com certeza, a Caatinga conservada, em estágio primário, não sofreria impactos significativos derivados de uma seca, por mais longa e severa que fosse, e estaria bem mais adaptada às condições climáticas futuras, conforme veremos mais adiante.

Quanto à segunda questão, é preciso salientar que não temos dados científicos que apontem com precisão os impactos dessa última seca nessa Caatinga vulnerável e já bastante degradada, conforme mostraremos no item 4. Em razão da ausência dessas informações, este artigo irá discorrer sobre ou outros componentes que podem caracterizar a vulnerabilidade da biodiversidade da Caatinga às secas e às mudanças climáticas. Podemos definir vulnerabilidade a partir do conceito utilizado pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima, conforme demonstrado na Figura 1:

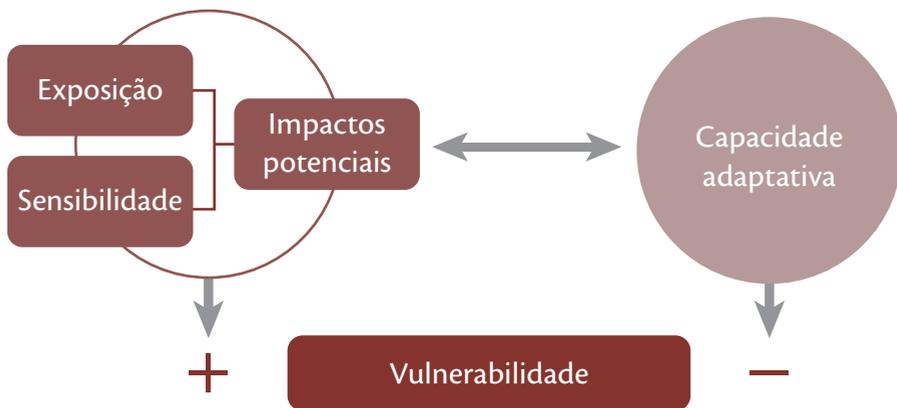


Figura 1. Quadro esquemático dos componentes para a definição de vulnerabilidade climática

Embora não tenhamos, com precisão, os dados sobre os impactos atuais, temos informações sobre: a exposição às secas e às mudanças climáticas; e a sensibilidade, traduzida na capacidade de suportar essa exposição, os impactos potenciais e a capacidade adaptativa. Todos esses aspectos são apontados por meio de informação técnico-científica, sistemas de informação, legislação, políticas, programas, estruturas e recursos, instrumentos estes disponibilizados como

subsídios para lidar com os impactos. Quanto maior a exposição e a sensibilidade e menor a capacidade de adaptação, mais vulnerável um bioma será às secas e às mudanças climáticas. Conforme será demonstrado neste artigo, a vulnerabilidade da Caatinga está mais associada à sensibilidade, decorrente da desertificação, e à falta de uma capacidade adaptativa adequada.

Também serão apontados caminhos para uma investigação mais precisa, em médio prazo, para avaliar os impactos atuais e futuros das secas e mudanças climáticas na biodiversidade do bioma, além das estratégias para melhorar a capacidade adaptativa, com base nas informações de que já dispomos.

## 2. A Caatinga e sua biodiversidade

A natureza da Caatinga é extremamente heterogênea. O clima apresenta longa estação seca (EITEN, 1982) e irregularidade pluviométrica (ANDRADE-LIMA, 1981), com precipitação anual média entre 400 e 600 mm (AB'SABER, 1977). O bioma abrange parte das regiões hidrográficas do Parnaíba, do São Francisco, do Atlântico Nordeste Oriental e Atlântico Leste, sendo que a aridez contribui para que a maioria dos rios seja intermitente ou sazonal (ROSA *et al.*, 2003). As principais unidades de relevo são o planalto de Borborema (parte oriental), as grandes depressões (entorno dos grandes rios), as chapadas e chapadões (porção meridional) e o espinhaço (de Juazeiro, na Bahia, até Minas Gerais).

Predominam solos do tipo latossolos e argissolos. Os contrastes físicos e climáticos condicionam o aparecimento de diferentes tipos de formações vegetais, muitas vezes formando mosaicos (GIULETTI *et al.*, 2009). A savana estépica é a vegetação predominante, sendo reconhecidas doze tipologias que apresentam variadas e fascinantes adaptações aos habitats semiáridos.

A Caatinga ocupa uma área de cerca de 844.000 quilômetros quadrados, o equivalente a 11% do território nacional. Engloba os estados de Alagoas, da Bahia, do Ceará, do Maranhão, de Pernambuco, da Paraíba, do Rio Grande do Norte, do Piauí e de Sergipe além do norte de Minas Gerais. Rico em biodiversidade, o bioma abriga, conforme dados do 5º Relatório Nacional do Brasil para a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) (BRASIL. MMA, 2016a), uma rica biodiversidade, que o caracteriza como o semiárido mais biodiverso do mundo. São 4.508 espécies de plantas, 153 de mamíferos, 510 de aves, 107 de répteis, 49 de anfíbios e 185 de peixes. De acordo com Giuletti *et al.* (2003), existem 318 espécies endêmicas de plantas vasculares na região.

Cerca de 27 milhões de pessoas vivem na região, a maioria carente e dependente dos recursos do bioma para sobreviver. Ressalte-se que, entre as regiões semiáridas do planeta, o Semiárido Brasileiro é o mais densamente povoado. A Caatinga tem um imenso potencial para a conservação de serviços ambientais, uso sustentável e bioprospecção que, se bem explorado, será decisivo para o desenvolvimento da região e do País. A biodiversidade da Caatinga ampara diversas atividades econômicas voltadas para fins agrosilvopastoris e industriais, especialmente nos ramos farmacêutico, cosmético, químico e alimentício.

### 3. Características adaptativas

As caatingas podem ser definidas como florestas arbóreas ou arbustivas, compreendendo principalmente árvores e arbustos baixos, muitos dos quais apresentam propriedades xerofíticas, ou seja, que caracterizam adaptações à escassez de água em ambientes secos, como espinhos, perda de folhas, microfilia, suculência e órgãos de armazenamento de água. (LEAL *et al.*, 2003).

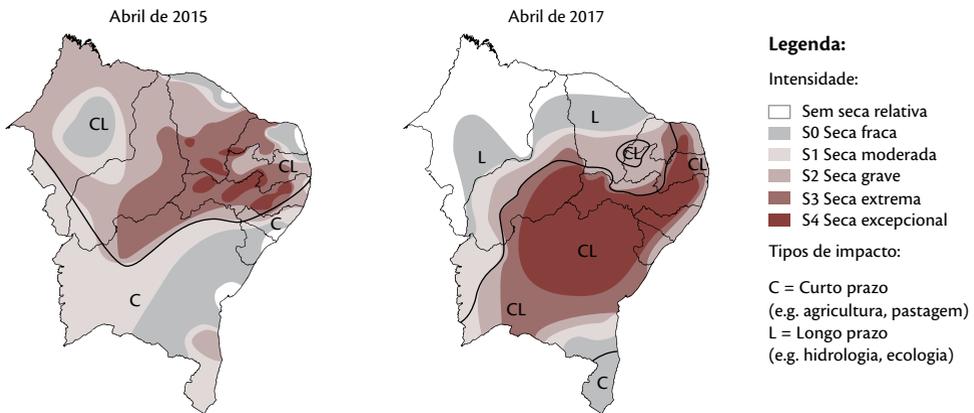
Segundo definia Reis (1976), as Caatingas semiáridas, comparadas a outras formações brasileiras, apresentam muitas características extremas dentre os parâmetros meteorológicos: a mais alta radiação solar, baixa nebulosidade, a mais alta temperatura média anual, as mais baixas taxas de umidade relativa, evapotranspiração potencial mais elevada e, sobretudo, precipitações mais baixas e irregulares, limitadas, na maior parte da área, a um período muito curto no ano (REIS, 1976). Fenômenos catastróficos são muito frequentes, tais como secas e cheias, que, sem dúvida alguma, têm modelado a vida animal e vegetal particular das Caatingas. Ou seja, a Caatinga está inserida em uma região semiárida e suas espécies possuem características botânicas que refletem a evolução nessas condições climáticas.

## 4. Exposição da biodiversidade da Caatinga às secas e às mudanças climáticas

### 4.1. Secas

Segundo o projeto Monitor de Secas - coordenado pela Agência Nacional de Águas (ANA) e pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme), com a importante

participação da Agência Pernambucana de Água e Clima (Apac) e do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado da Bahia (Inema), além dos órgãos de meteorologia dos demais estados do Nordeste -, que divulga mensalmente informações sobre seca no nordeste, “a seca prolongada que vem assolando o Nordeste desde 2012 já é apontada como a seca mais grave em décadas, ou até mesmo dos últimos 50 a 100 anos”. Além disso, a seca vem se agravando nos últimos tempos, como representado na Figura 2, que compara a situação da seca em abril de 2015 e abril de 2017:



**Figura 2.** Comparação da situação da seca em abril de 2015 e abril de 2017, segundo o projeto Monitor de Secas.

Fonte: Elaborado pela Apac/PE com informações do Monitor de Secas.

Embora a biodiversidade da Caatinga seja adaptada às secas, estas tendem a ser mais severas, como resultado das mudanças climáticas, assim como a vulnerabilidade das espécies tende a ser maior devido ao quadro de desertificação acelerada, caso medidas que reforcem a resiliência do bioma não sejam adotadas em grande escala. Possivelmente a conjunção dos fatores seca mais severa e desertificação acelerada possa explicar as Fotos 1 e 2, que mostram espécies nativas morrendo naturalmente durante a seca. Tal fato não era comum na região e tem sido observado apenas recentemente, durante a seca 2010-2017, por técnicos experimentados em semiárido.



**Fotos 1 e 2** – Árvores mortas registradas em fevereiro de 2016 por técnicos do Ministério do Meio Ambiente (MMA).

*Fonte: Banco de imagens do MMA.*

Portanto, embora não se tenha ainda dados científicos precisos sobre os efeitos da atual seca na biodiversidade do Semiárido, aparecem indícios de que o processo de desertificação e o agravamento das secas, possivelmente decorrentes das mudanças climáticas, estão comprometendo até mesmo a sobrevivência das espécies de plantas nativas do bioma, que sempre foram adaptadas às condições físicas e climáticas da região. Tais indícios apontam a necessidade de mais pesquisas científicas sobre o efeito cumulativo das secas, desertificação e mudanças climáticas sobre a biodiversidade da Caatinga.

## 4.2. Mudanças climáticas

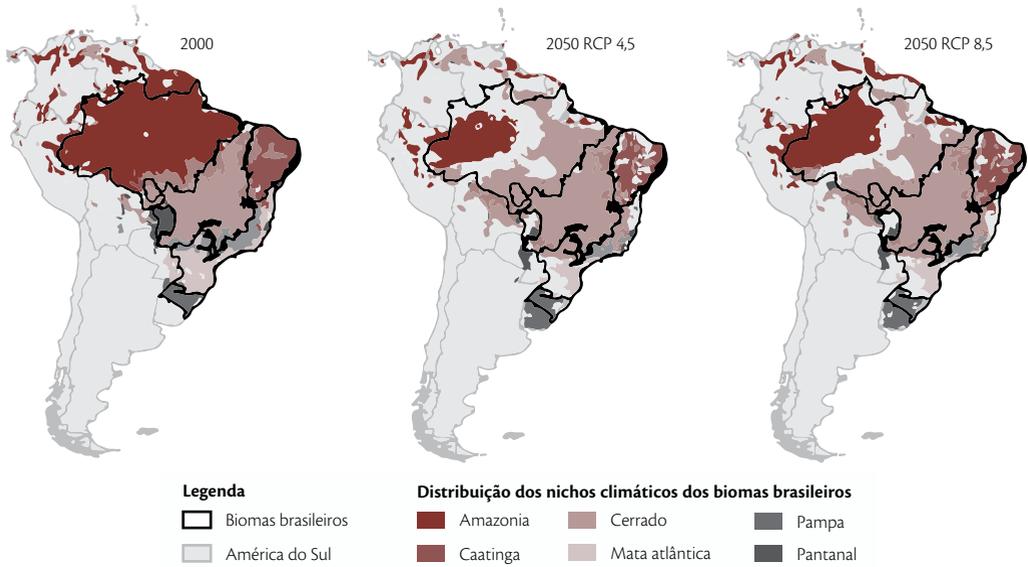
Em maio de 2016 foi publicado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), por meio da Portaria 150, o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA). Esse plano é um instrumento elaborado pelo governo federal, com a colaboração de representantes da sociedade civil, do setor privado e de governos estaduais, que tem como objetivos promover a redução da vulnerabilidade nacional à mudança do clima e realizar uma gestão do risco associada a esse

fenômeno. O conteúdo do PNA pode ser acessado no Portal do ministério, no endereço: < <http://www.mma.gov.br/clima/adaptacao/plano-nacional-de-adaptacao> >.

Na elaboração do PNA, foram consideradas 11 estratégias setoriais, cada uma representando um capítulo do Plano. Dentre os setores, temas e áreas representados no documento estão agricultura; cidades; gestão de risco de desastres; infraestrutura e biodiversidade; e ecossistemas.

Para subsidiar a implementação do capítulo Biodiversidade e Ecossistemas do PNA, o MMA contratou um estudo para identificar as áreas de distribuição e estresse climático futuro dos biomas brasileiros (BRASIL. MMA, 2016b). Esse trabalho foi realizado a partir da identificação das variáveis climáticas que determinam a distribuição da biodiversidade, baseadas em temperatura e precipitação, e que devem representar espacialmente os nichos climáticos desses biomas em 2050. Os resultados podem não refletir exatamente a distribuição dos biomas no futuro, porque essa distribuição depende também de outros fatores, como as interações biológicas e a ação antrópica. De fato, trata-se da representação espacial futura das condições climáticas favoráveis à distribuição desses biomas, conforme ilustrado pela Figura 3. As projeções futuras dos mapas dos nichos climáticos dos biomas brasileiros foram baseadas nos modelos HadGEM2 (MARTIN et al., 2011), fundamentados nos cenários Representative Concentration Pathways (rcp) de 4.5 (otimista) e 8.5 (tendencial), que são duas das quatro projeções de trajetórias de concentrações de gases de efeito estufa (IPCC, 2014).

Analisando-se a Figura 3, percebe-se uma redução na área de distribuição dos nichos climáticos em biomas mais úmidos, quais sejam Amazônia, Mata Atlântica e Pantanal, enquanto o nicho climático do Cerrado tende a se expandir no futuro. De fato, os dados da Tabela 1 mostram que estes biomas apresentam porcentagens bem maiores que a Caatinga de áreas sob estresse climático em 2050. As áreas sob estresse climático são aquelas que compõem o nicho climático atual do bioma, mas que, em 2050, tendem a apresentar condições climáticas diferentes daquelas que ajudam a determinar a existência do bioma atualmente. Os dados mostram que somente o Cerrado tende a expandir seu nicho climático. Para os demais biomas, a Caatinga e o Pampa são aqueles que apresentam menor redução de nicho climático, ou seja, menor porcentagem de áreas sob estresse climático. Embora a tendência, no futuro, para os biomas localizados nas regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste do País, seja a existência de clima mais quente e seco, os dados apontam que essas condições se aproximam mais do nicho climático do Cerrado do que aquele que representa a Caatinga, bioma adaptado a climas ainda mais quentes e secos que aquele presente do Cerrado. No entanto, o nicho climático da Caatinga, em 2050, está presente em mais de 70% da sua área de distribuição.



**Figura 3.** Projeções dos mapas dos nichos climáticos dos biomas brasileiros para os anos 2000 e 2050, baseado em modelos hadgem2-es em duas projeções de trajetórias representativas de concentração de gases de efeito estufa (rcp 4,5 e rcp8,5).

Fonte: MMA.

Os dados apresentados na Tabela 1 demonstram que o maior problema do bioma Caatinga não é a adaptação às mudanças climáticas, que devem afetar biomas com mais áreas sob estresse climático, como a Amazônia e a Mata Atlântica, ou seja, menos adaptadas a condições futuras, em geral, mais quentes e secas. A percentagem de áreas sob estresse climático da Caatinga é de 22% a 28%, enquanto que, na Amazônia, essas áreas perfazem 54% a 66% e, na Mata Atlântica, 45% a 53%. Ou seja, da mesma forma que a Caatinga sempre foi adaptada à semiaridez e às secas (clima mais quente e seco), também se adaptaria melhor ao agravamento destas condições no futuro. O problema maior da Caatinga e sua biodiversidade, portanto, não corresponde às secas ou às mudanças climáticas, mas ao processo de desertificação, que a torna mais vulnerável a esses fenômenos.

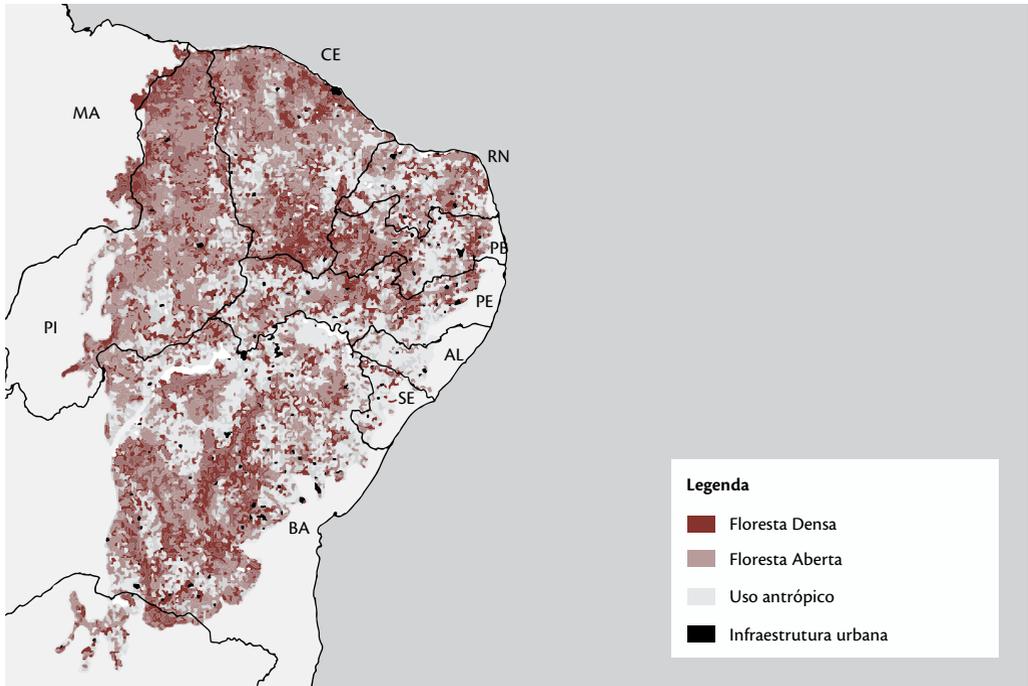
**Tabela 1.** Áreas oficiais dos biomas brasileiros e área de ocorrência do seu Nicho Climático (NC) dentro desses limites. São também exibidas as áreas sob estresse climático (exposição), considerando as diferenças na distribuição dos nichos climáticos (NC) dos biomas brasileiros em 2000 e em 2050, baseado em modelos hadgem2-ES, em duas projeções de trajetórias representativas de concentração de gases de efeito estufa (rcp 4,5 e rcp8,5).

	Amazônia	Caatinga	Cerrado	Mata Atlântica	Pampa	Pantanal
Área oficial do bioma (km <sup>2</sup> )	826.512	2.039.374	1.105.845	170.088	4.176.762	151.314
Área de distribuição do NC em 2000	764.314	1.935.910	929.838	159.157	3.817.033	149.073
Área de distribuição do NC em 2050	578.667	1.969.585	428.685	125.790	1.574.225	66.070
Área sob estresse (2000-2050)	185.647	-33.675	501.153	33.367	2.242.808	83.003
Percentual sob estresse em 2050	54%	22%	-2%	45%	20%	55%
rcp 4,5						
Área de distribuição de NC em 2050	534.605	1.954.120	343.737	124.372	1.043.297	50.348
Área sob estresse (2000 - 2050)	229.709	-18.210	586.101	34.785	2.773.808	98.725
Percentual sob estresse em 2050	66%	28%	-1%	53%	20%	65%
rcp 8,5						

Fonte: Mapa das áreas sob estresse climático (exposição), constante no Relatório do Produto nº 4 elaborado pela consultora Renata Dias Françoso, conforme Contrato de consultoria nº 2015/000191 – BRA/11/001, firmado no âmbito de projeto de cooperação técnica entre o MMA e o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD).

## 5. Estado de conservação do bioma (sensibilidade)

Apesar da sua importância, o bioma Caatinga tem sido desmatado de forma acelerada, com destaque nos últimos anos, devido, principalmente, ao consumo de lenha nativa, que é explorada de forma ilegal e insustentável, para fins domésticos e industriais. O sobrepastoreio e a conversão para pastagens e agricultura também contribuem fortemente para a degradação do bioma. Ao contrário do Cerrado, na Caatinga, não existe uma frente de desmatamento, relacionada com a conversão para fins agropecuários, mas sim um desmatamento pulverizado em todo o território do bioma, conforme representando na Figura 4.

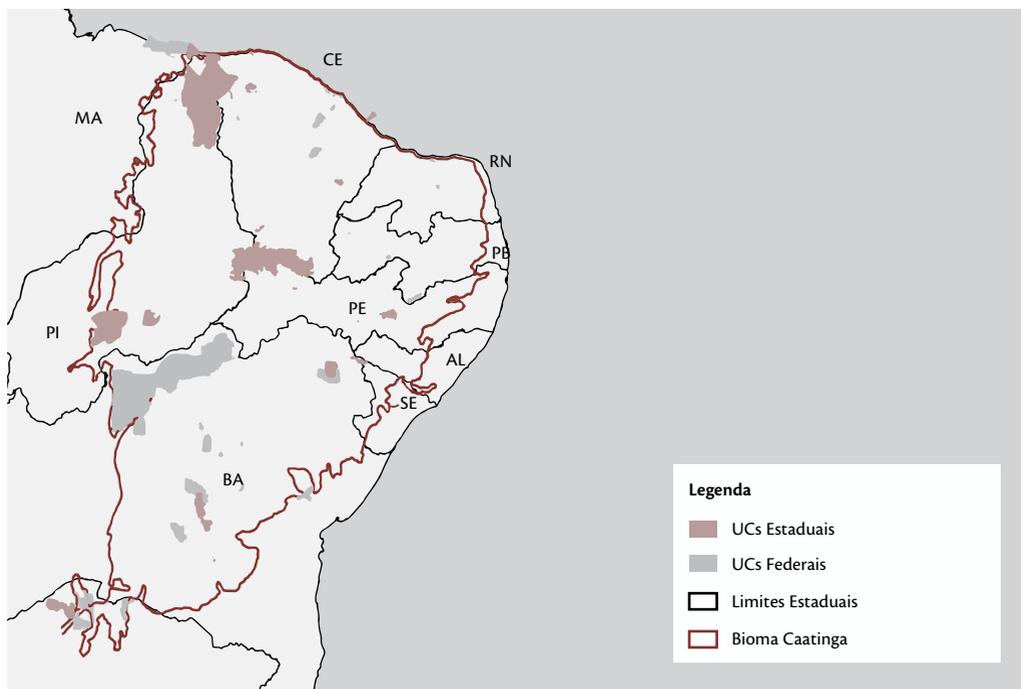


**Figura 4.** Remanescentes do Bioma Caatinga em 2016.

Fonte: Projeto Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil - Mapbiomas

Frente ao avançado desmatamento, que chega a 55,5% da área original da Caatinga, conforme dados da Figura 4, o governo busca concretizar uma agenda de criação de mais unidades de conservação federais e estaduais no bioma, além de promover alternativas para o uso sustentável da sua biodiversidade. Em relação às Unidades de Conservação (UC) federais, em 2009, foi criado o Monumento Natural do Rio São Francisco, com 27 mil hectares (ha) e que engloba os estados de Alagoas, da Bahia e de Sergipe. Do mesmo modo, em 2010, o Parque Nacional das Confusões, no Piauí, foi ampliado em 300 mil ha, passando a ter 823.435,7 ha. Em 2011, por sua vez, foi criado o Parque Nacional da Furna Feia, nos Municípios de Baraúna e Mossoró, no estado do Rio Grande do Norte, com 8.494 ha. Com essas unidades, e outras mais recentes, a área protegida por unidades de conservação no bioma aumentou em cerca de 7,5%.

Ainda assim, o bioma continua como um dos menos protegidos do País, uma vez que pouco mais de 1% dessas unidades é de Proteção Integral. Ademais, grande parte das unidades de conservação do bioma, especialmente as Áreas de Proteção Ambiental (APA), tem baixo nível de implementação. Essas unidades também estão distribuídas de forma esparsa no território, conforme demonstra a Figura 5, principalmente em áreas de serras, e sem representar a contento a biodiversidade presente em suas diversas fisionomias e ecorregiões.



**Figura 5.** Distribuição das Unidades de Conservação federais e estaduais no Bioma Caatinga.

Fonte: MMA

Além cobrir uma área insuficiente do bioma, o Sistema de Unidades de Conservação na Caatinga é inadequado para proteger de forma representativa a biodiversidade do bioma. Apenas 51% das espécies ameaçadas de mamíferos, aves, répteis, anfíbios e peixes da Caatinga, por exemplo, têm registro de ocorrência nas unidades de conservação nacionais e estaduais (BRASIL. MMA, 2010).

## 6. Capacidade adaptativa

A capacidade adaptativa se refere aos instrumentos - informação técnico-científica, projetos, estruturas e recursos, entre outros - que podem auxiliar na adaptação aos impactos decorrentes da seca e das mudanças climáticas. No que diz respeito à capacidade adaptativa relacionada com os impactos desses fenômenos na biodiversidade da Caatinga, pode-se dizer que o nível de informação para direcionar políticas públicas melhorou muito, em função das pesquisas e iniciativas para sistematizar as informações sobre o tema. Um exemplo disso são as informações

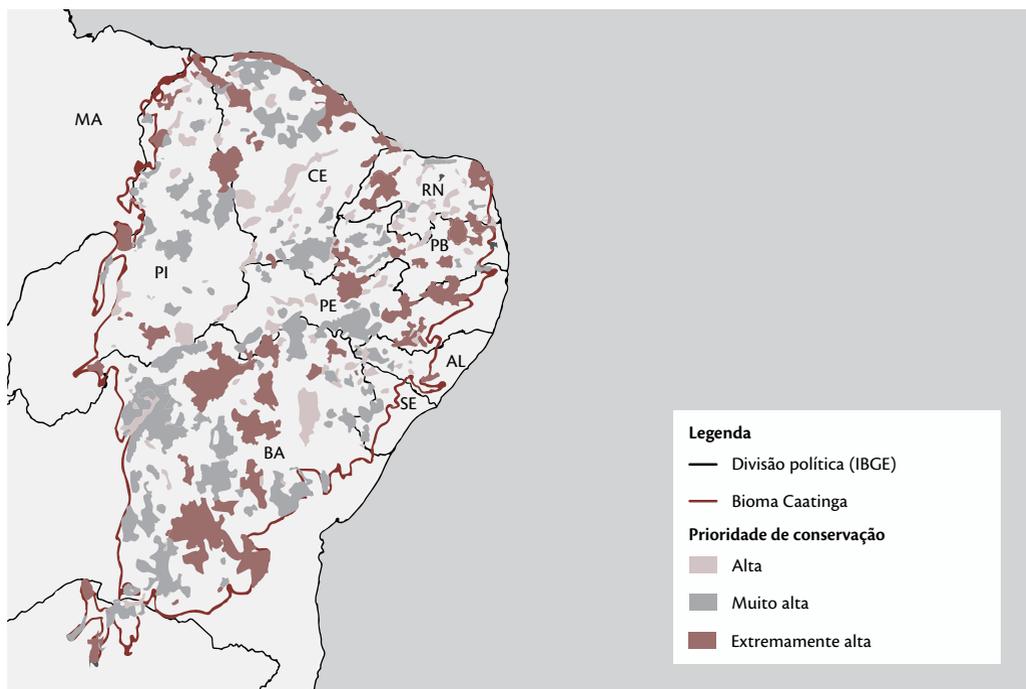
apresentadas a seguir sobre a segunda revisão das áreas e as ações para a conservação e o uso sustentável da Caatinga. Também foram ampliados os recursos destinados a projetos de criação de unidades de conservação e conservação de espécies ameaçadas, assim como aqueles relativos ao manejo florestal sustentável madeireiro e não madeireiro e demais formas de uso sustentável das espécies do bioma, a exemplo da criação de abelhas nativas e do acesso a recursos genéticos em cadeias produtivas, como a dos fitocosméticos e fitoterápicos. No entanto, os instrumentos para a conservação dessa biodiversidade ainda são muito insuficientes, com destaque para a carência de unidades de conservação, conforme visto anteriormente. Em geral, as UC estão muito aquém do ideal em número, infraestrutura e gestão. Da mesma forma que faltam estruturas para a conservação no âmbito de paisagem (UC), também são deficientes os instrumentos para a conservação no âmbito de espécie (centros de triagem, criadouros, viveiros, dentre outros). Estes instrumentos são fundamentais para a conservação de espécies ameaçadas, por exemplo.

Uma das principais iniciativas para melhorar a capacidade adaptativa da biodiversidade da Caatinga é a implementação das áreas e ações prioritárias para o bioma. Em junho de 2016, o Ministério do Meio Ambiente lançou os resultados da 2ª Atualização das Áreas Prioritárias da Caatinga, instrumento fundamental para orientar as políticas de conservação e uso sustentável do bioma. O Decreto nº. 5.092 definiu as regras para identificação de áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade, no âmbito das atribuições do ministério. Com o respaldo desse Decreto, foi assinada a Portaria MMA nº. 126, publicada em 27 de maio de 2004. Essa Portaria reconhece essas áreas como prioritárias para efeito da formulação e implementação de políticas públicas, programas, projetos e atividades sob a responsabilidade do governo federal, voltados a:

- I - conservação in situ da biodiversidade;
- II - utilização sustentável de componentes da biodiversidade;
- III - repartição de benefícios derivados do acesso a recursos genéticos e ao conhecimento tradicional associado;
- IV - pesquisa e inventários sobre a biodiversidade;
- V - recuperação de áreas degradadas e de espécies sobreexploradas ou ameaças de extinção; e
- VI - valorização econômica da biodiversidade.

A metodologia adotada para atualização das áreas prioritárias foi o Planejamento Sistemático da Conservação (PSC) (MARGULES; PRESSEY, 2000). O PSC é uma metodologia objetiva que apresenta soluções para maximizar o benefício de proteção à biodiversidade, representada por alvos de conservação (espécies ameaçadas, endêmicas, de importância econômica, ecossistemas chaves, dentre outros), ao mesmo tempo em que se minimizam os custos de conservação destes alvos, associados à ocupação territorial (densidade populacional, desmatamento, agricultura, pecuária, dentre outros). Mais informações sobre esse processo podem ser acessadas no endereço: <<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira/%C3%A1reas-priorit%C3%A1rias/item/10724>>.

Como resultados principais dessa iniciativa, foram delimitadas 282 Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade da Caatinga, representadas na Figura 6, além da indicação de uma série de ações para a conservação e o uso sustentável dessas localidades.



**Figura 6.** Mapa da segunda revisão de Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade da Caatinga.

Dentre os resultados do processo de identificação das áreas prioritárias, merecem destaque:

- A área territorial ocupada pela rede proposta é de 30.424.282,9 ha, 36 % da área do bioma Caatinga;
- A rede proposta foi capaz de alcançar a meta para 97% dos 691 alvos de conservação;
- Essa rede de Áreas Prioritárias inclui 350 plantas, 65 aves, 31 mamíferos, 30 répteis, 22 anfíbios e 126 peixes endêmicos e/ou ameaçados, além de diversos habitats relevantes;
- Foi sugerida a criação de Unidades de Conservação de Proteção Integral em 79 Áreas Prioritárias, de forma a garantir a manutenção da biodiversidade da Caatinga;
- Esse exercício identificou 54 Áreas Prioritárias para criação de Unidades de Conservação de Uso Sustentável, as quais foram sugeridas, entre outros motivos, pela ocorrência de 64 espécies vegetais amplamente utilizadas pela população sertaneja;
- Os manejos florestal madeireiro, florestal não madeireiro e o manejo para a pecuária foram sugeridos como importantes ações de conservação.

Os resultados do processo da 2ª Atualização das Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade da Caatinga constituem informações fundamentais para o bioma, produzidas a partir de um banco de dados robusto, sobre a sua biodiversidade e sobre as localidades e ações estratégicas para as políticas voltadas à conservação e ao uso sustentável da Caatinga.

Em que pese os avanços destacados anteriormente, a necessidade de se atualizar e implementar as áreas prioritárias para a Caatinga é reforçada pelos seguintes fatos:

- (1). a Caatinga está sendo desmatada a uma taxa média de 2.236 Km<sup>2</sup> (entre 2002 e 2011);
- (2). as áreas consideradas, em 2007, como prioritárias para conservação da Caatinga já perderam, em média, cerca de 40% de sua cobertura original;
- (3). desde 2007, o status de conservação de muitas espécies foi modificado;
- (4). devido aos grandes avanços metodológicos e tecnológicos recentes, um volume substancial de informação geográfica dos alvos de conservação se tornou disponível; e

- (5). com o avanço das atividades econômicas na Caatinga, modificou-se substancialmente a superfície de custo que define locais onde a implementação de ações de conservação é mais ou menos factível.

O processo de identificação de áreas e ações prioritárias para a Caatinga, assim como os resultados do inventário florestal, conduzido pelo Serviço Florestal Brasileiro, são fundamentais para direcionar recursos de forma eficiente. A partir disso, pode-se captar recursos para novos projetos estruturantes que melhorem a capacidade adaptativa, investindo em novas unidades de conservação, na boa gestão destas unidades e no aumento das estruturas que promovam a conservação e o uso sustentável em nível de espécies. Além disso, deve-se investir em programas e projetos, se possível permanentes, para apoiar ações de conservação e uso sustentável da biodiversidade, com enfoque na adaptação às secas e mudanças climáticas.

## 7. Vulnerabilidade

Conforme demonstrado ao longo deste artigo, a vulnerabilidade da biodiversidade da Caatinga às secas e às mudanças climáticas é alta, principalmente em função do aumento da sensibilidade dessa biodiversidade, em decorrência dos efeitos negativos crescentes do processo de desertificação, que se traduz na degradação dos solos, dos recursos hídricos e da biodiversidade. Em relação à exposição, sabe-se, pelo que foi demonstrado, que a Caatinga, se bem conservada, sempre se adapta às secas e tende a ser um dos biomas mais adaptados às mudanças climáticas no futuro - que indica um clima mais quente e seco para a região do bioma, com secas mais intensas. Ou seja, os impactos são maiores devido à sensibilidade e não à exposição. Outro fator que aumenta a vulnerabilidade, como exposto no item anterior, é a pouca capacidade adaptativa do País para enfrentar os efeitos das secas, da desertificação e das mudanças climáticas na biodiversidade da Caatinga. Assim, no próximo item, são abordadas algumas estratégias de adaptação para reduzir essa vulnerabilidade.

## 8. Estratégias de adaptação

Primeiramente, é preciso que todas as políticas e todos os programas e projetos destinados à gestão da biodiversidade da Caatinga incorporem, em sua elaboração e implementação, as informações relacionadas com os efeitos atuais e possíveis efeitos futuros das secas, da desertificação e das mudanças climáticas. Mais especificamente, e dentro dessa lógica,

destacamos a adoção das estratégias descritas a seguir, destinadas a reduzir a vulnerabilidade da biodiversidade da Caatinga:

- Geração de Conhecimento – investigar os efeitos cumulativo das secas, da desertificação e das mudanças climáticas na sobrevivência e distribuição das espécies nativas, buscando averiguar porque está ocorrendo a morte de indivíduos de plantas nativas sem a interferência direta da ação antrópica; estruturar sistemas de informação que abriguem dados básicos atualizados sobre a biodiversidade da Caatinga (riqueza e distribuição das espécies) e sobre os efeitos das secas, da desertificação e das mudanças climáticas, de forma a serem produzidas análises pertinentes a áreas críticas atuais e futuras, orientando políticas públicas;
- Atualização e refinamento do monitoramento do desmatamento da Caatinga (considerando estado de conservação e fisionomias das áreas de Caatinga);
- Implementação das áreas e ações prioritárias da Caatinga;
- No âmbito de paisagem – Combate ao desmatamento, criação e consolidação de UNIDADES DE CONSERVAÇÃO federais e estaduais, buscando o alcance da meta de 17% de áreas protegidas (compromisso do País junto à Convenção de Diversidade Biológica). Entre as áreas prioritárias para a criação de unidades de conservação e com processos de criação instaurados destacamos:
  - Boqueirão da Onça (Ba)
  - Serra do Teixeira (PB)
  - Dunas do São Francisco (Ba)
  - Mosaico de áreas do Sertão dos Inhamuns e nos Sertões de Santa Quitéria e Canindé, identificadas em conjunto com o governo do estado do Ceará
  - Áreas já aprovadas pelo Conselho Estadual do Meio Ambiente para a criação de unidades de conservação estaduais em Pernambuco
  - Áreas da Bacia do Rio São Francisco (BA/SE/AL), a serem criadas pelos estados em parceria com a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf), por meio de compensação de Reserva Legal

- No âmbito de Espécies – Implementação dos Planos de Ação de Espécies Ameaçadas, coordenados pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio); e Apoio ao Uso Sustentável (fomento às cadeias produtivas sustentáveis para manejo madeireiro e não madeireiro, incluindo a criação de abelhas e o manejo sustentável da Caatinga para a pecuária).

Merece especial destaque, para a conservação, o uso sustentável e a recuperação da biodiversidade da Caatinga, como estratégia de adaptação, uma iniciativa sobre as Unidades de Recuperação de Áreas Degradadas e Redução da Vulnerabilidade Climática nas Áreas Susceptíveis à Desertificação (URAD). A ação é coordenada pelo Departamento de Desenvolvimento Rural Sustentável e de Combate à Desertificação (DRSD) da Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável (SEDR) do MMA.

Nas URAD são executadas, de forma integrada, ações ambientais, sociais e produtivas, em comunidades de, em média, 30 famílias, em microbacias prioritárias, por meio de seis diferentes atividades:

- Capacitação e treinamento
- Recuperação e conservação de solo, água e biodiversidade
- Captação e armazenamento de água
- Saneamento básico - banheiros
- Eficiência energética – fogões ecológicos
- Unidades de produção

Ao promover essas ações, as URAD reduzem a perda de biodiversidade, por meio: da recuperação do solo e da água em áreas já convertidas; do saneamento básico; e da eficiência energética alcançada no uso de fogões ecológicos que utilizam lenha caída, evitando, assim, o desmatamento. Na preparação dos alimentos, muitas famílias, no Semiárido, utilizam fogões à lenha, pois este combustível é mais acessível e barato. Os fogões ecológicos reduzem em muito a quantidade de lenha necessária e são adaptados à lenha caída, diminuindo o desmatamento. Por sua vez, as atividades produtivas podem aliviar a pressão sobre a Caatinga, quando realizadas em áreas já desmatadas, ou mesmo estimular o uso sustentável da biodiversidade. As fotos 3, 4, 5 e 6 representam algumas ações das URAD.



Foto 1 - Barramentos e cordões de pedra –  
recuperação de solo, água e biodiversidade



Foto 2 - Fogões ecológicos



Foto 3 - Apicultura



Foto 4 - Mandala - Produção agroecológica integrada  
e sustentável

**Fotos 3, 4, 5 e 6** – Exemplos de ações promovidas nas URAD.

*Crédito: Foto 1 – Banco de imagens da Funceme (barramento). Fotos 4, 5 e 6 – Imagens produzidas em projeto desenvolvido em parceria entre o MMA e a Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade (Sema/PE).*

## 9. Conclusões

Conforme relatado ao longo do presente artigo, a biodiversidade da Caatinga, quando bem conservada, é naturalmente adaptada às secas e às mudanças climáticas. No entanto, torna-se vulnerável a esses fenômenos devido ao avanço do processo de desertificação, que tem degradado os solos, os recursos hídricos e a biodiversidade do bioma, aumentando sua sensibilidade.

Existem evidências, como a mortalidade natural de plantas da Caatinga, mostrada no item 4.1, de que mesmo espécies adaptadas ao clima do bioma estão morrendo naturalmente na presente seca, iniciada em 2010. Isto provavelmente se deve à degradação do solo, da água e da biodiversidade provocada pelo processo de desertificação. De fato, o desmatamento e a erosão provocada por atividades antrópicas alteram as condições favoráveis para a existência da fauna e flora nativas, com a redução da quantidade de água disponível, a degradação das condições físicas e químicas do solo (redução dos nutrientes), o desaparecimento local de espécies que fornecessem alimento para a fauna (folhas, frutos, resina, entre outros) e a redução na quantidade de polinizadores e dispersores de sementes, fundamentais para a reprodução das plantas, dentre outros impactos possíveis.

Entretanto, conforme alertado neste artigo, não temos dados precisos para quantificar os impactos da seca atual da biodiversidade, assim como apenas podemos inferir os impactos das mudanças climáticas. É preciso também separar os impactos desses dois fenômenos dos impactos da desertificação. Para tanto, é fundamental a realização de pesquisas de campo de longa duração, em parcelas permanentes, que procurem averiguar os impactos isolados e cumulativos desses fenômenos. Seria interessante aproveitar as pesquisas que já vem sendo realizadas pelo ICMBio, em unidades de conservação da Caatinga, para monitorar os impactos das mudanças climáticas em grupos biológicos chave, para monitorar também os efeitos da seca. Outra estratégia seria incluir a coleta de dados sobre efeitos da seca na biodiversidade nas iniciativas de coleta de dados sobre seca, como o Monitor de Secas. Os programas de coleta e monitoramento de dados sobre desmatamento, citados no item 5, e o Inventário Florestal, conduzido pelo Serviço Florestal Brasileiro (que coleta dados em nível de espécie), que preveem a coleta frequente de dados, poderiam incluir a coleta de dados climáticos, de modo a estabelecer, de forma mais precisa, os impactos das secas e das mudanças climáticas na biodiversidade da Caatinga, tanto em nível de paisagem como em nível de espécies.

## Referências

- AB'SABER, A.N. Os domínios morfoclimáticos da América do Sul. **Geomorfologia**, n. 52, p. 1-21. 1977.
- AGENCIA NACIONAL DAS AGUAS – ANA. **Monitor de secas**. Brasília. Disponível em: <<http://monitordesecas.ana.gov.br>>.
- ANDRADE-LIMA, D. The Caatinga dominium. **Revista Brasileira de Botânica**, n. 4, p. 149-163. 1981.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Relatório Final. Projeto **PNUD BRA/00/021**. Consultora Shirley N. Hauff. 2010.
- \_\_\_\_\_. **5º Relatório Nacional para a Convenção sobre diversidade biológica**. Série Biodiversidade, v. 50. Brasília: 2016a.
- \_\_\_\_\_. **Relatório do Produto nº 4. Projeto PNUD BRA/11/001**. Consultora Renata Dias Françoso: Mapa das áreas sob estresse climático (exposição). 2016b. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/adaptacao/projetos#produtos>>.
- \_\_\_\_\_. **Representatividade do Sistema Nacional de Unidades de Conservação na Caatinga**. 2010. Disponível em: <[file:///C:/Users/47353180110/Downloads/representativconservcaat\\_shauff\\_revisojoo\\_03\\_\\_\\_produto\\_final\\_203\\_completo%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/47353180110/Downloads/representativconservcaat_shauff_revisojoo_03___produto_final_203_completo%20(1).pdf)>.
- EITEN, G. Brazilian savannas. In: HUNTLEY, B.J.; WALKER, B.H. (eds.). *Ecology of tropical savannas*. 1982.
- GIULIETTI, A.M; BOCAGE, A.L. DU; CASTRO, A.A.J.F.; GAMARRA-ROJAS, C.F.L.; SAMPAIO, E.V.S.B.; VIRGÍNIO, J.; PAGANUCCI, L.; FIGUEIREDO, M.A.; RODAL, M.J.N.; BARBOSA, M.R.V.; HARLEY, R. **Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga**. In: **Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Recife: MMA; Universidade Federal de Pernambuco. p. 45- 90. 2003.

GIULIETTI, A.M.; HARLEY, R.M.; QUEIROZ, L.P.DE; RAPINI, A. **Rumo ao amplo conhecimento do semi-árido brasileiro**. 2009. Disponível em: <<http://www.uefs.br/ppbio/cd/portugues/introducao.htm>>.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. **Climate Change 2014**, Synthesis report summary, chapter for policymakers. 31 p. 2014. Disponível em: <[https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5\\_SYR\\_FINAL\\_SPM.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf)>

LEAL, R.I.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife : Ed. Universitária da UFPE. 2003. 822 p.

MARGULES, C.R.; PRESSEY, R.L. Systematic conservation planning. **Nature**. 2000. n. 405, p.243–253.

MARTIN G.M. et al. The HadGEM2 family of Met Office Unified Model climate configurations. **Geoscientific Model Development**. n. 4, p. 723–757. 2011.

REIS, A.C. Clima da caatinga. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, n. 48, p. 325-335. 1976.

ROSA, R.S.; MENEZES, N.A.; BRITSKI, H.A.; COSTA, W.J.E.M.; GROTH, F. Diversidade, padrões de distribuição e conservação dos peixes da Caatinga. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M. E SILVA, J.M.C. (eds.). **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife, Editora Universitária. p. 3-74. 2003.

# O clima da Região Nordeste entre 2009 e 2017: monitoramento e previsão

Eduardo Sávio Passos Rodrigues Martins<sup>1</sup> e Francisco das Chagas Vasconcelos Júnior<sup>2</sup>

---

## Resumo

Este artigo, inicialmente, faz uma breve análise dos fatores moduladores do clima da Região Nordeste do Brasil, seguida de uma análise das precipitações observadas entre 2009 e 2017 (anualmente e para o trimestre de fevereiro a abril). Posteriormente, é realizada uma breve discussão sobre a natureza do problema da previsão climática sazonal e, ainda, é defendida a necessidade de mudança do atual sistema de previsão adotado pelos institutos nacionais de meteorologia. São apresentadas as previsões de consenso para o referido trimestre nos anos de 2009 a 2017 e aquelas correspondentes ao modelo adotado atualmente pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme), o

## Abstract

*This article initially provides a brief analysis of the climate modulating factors of the Northeastern region of Brazil, followed by an analysis of the observed rainfall between 2009 and 2017 (annually and for the February-March-April season). Subsequently, a discussion is held on the nature of the problem of seasonal climate forecasting and the need for change on the current forecast system adopted by national meteorological institutes. Consensus forecasts are presented for the February-March-April period, during the years of 2009 to 2017, and those forecasts from the Foundation for Meteorology and Water Management of Ceará (acronym in Portuguese*

---

1 Professor adjunto da Universidade Federal do Ceará (UFC) e presidente da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme). PhD em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade de Cornell, nos Estados Unidos, mestre em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e engenheiro civil pela Universidade Federal do Ceará.

2 Pesquisador da Funceme. Doutor em Meteorologia pela Universidade de São Paulo (USP), mestre em Ciências Físicas Aplicadas e Físico pela Universidade Estadual do Ceará.

qual se baseia em modelagem numérica. Discute-se também o valor das previsões para o processo de tomada de decisão nestes dois formatos, além da relevância da previsão de consenso e daquela baseada em modelagem numérica, sendo dado especial enfoque ao período aqui analisado.

*Funceme) forecasting system, which is based on numerical modeling. The value of the forecasts for the decision-making process in these two formats, consensus forecasts and those based on numerical modeling, with a special focus on the period analyzed here are also discussed.*

**Palavras-chave:** Variabilidade climática. *El Niño. La Niña.* Monitoramento climático. Previsões climáticas sazonais baseadas em consenso e em modelos. Previsão de aflúências.

**Keywords:** *Climate. Climatic Variability. El Niño. La Niña. Climatic Monitoring. Consensus-and Models-based seasonal climate forecasts. Streamflow forecasts..*

## 1. Aspectos climáticos do Nordeste no período 2009-2016

O clima do Nordeste tem como principais forçantes a Temperatura da Superfície do Mar (TSM) nos Oceanos Pacífico e Atlântico. A variabilidade nessas forçantes impulsiona variação espacial e flutuações nos acumulados de precipitação. Efeitos associados à interação oceano-atmosfera no Pacífico Equatorial denominada *El Niño* Oscilação Sul (Enos) têm configurações específicas e modificam a dinâmica atmosférica e oceânica. Essa forçante é considerada a principal na escala interanual em âmbito global.

As anomalias de TSM no Pacífico em anos de *El Niño* são positivas em sua porção central e leste, ao passo que eventos de *La Niña* são observados em comportamento inverso, ou seja, anomalias negativas. A interação oceano-atmosfera modifica toda a configuração de circulação em altos e baixos níveis ao longo do globo. Sobre o norte da América do Sul, a célula de Walker é modificada. Em anos de *El Niño*, anormalmente, é observado o ramo de ar descendente da célula de Walker sobre a Região Nordeste do Brasil, levando a condições de baixa pluviometria. Em condições de *La Niña*, em que o núcleo de águas mais quentes se concentra na região oeste do Pacífico Central, é observado que o ramo ascendente da célula de Walker é localizado, em média, sobre o norte da América do Sul, proporcionando período com anomalias positivas de precipitação no Nordeste do Brasil e leste da Amazônia.

O Enos é o principal modo de variabilidade nos trópicos e teve, ao longo dos anos de 2009 a 2017, um ciclo de vida bem definido. Um *El Niño* relativamente fraco foi observado nos anos de 2009/2010. Posteriormente, a rápida atividade oceânica mostrou, ainda, início de uma *La Niña* moderada em 2010, indo até o início de 2012. Então, durante os anos de 2012 a 2014, condições de neutralidade foram observadas no Pacífico. Um novo evento de *El Niño* teve início no final de 2014, com término em meados de 2016.

Destaca-se que o evento de *La Niña* 2011/2012 teve configuração chamada de Modoki (denominação do segundo modo de variabilidade da TSM do Pacífico Tropical). O padrão observado de *La Niña* Modoki nas anomalias negativas de TSM se concentra na porção central da bacia e seus impactos sobre a circulação global têm diferentes aspectos, quando comparados com o *La Niña* canônica (Figura 1). Outro evento importante foi o *El Niño* de 2015/2016, considerado forte em função da escala do CPC/NCEP/NOAA<sup>3</sup>, em que anomalias de TSM no Pacífico Central alcançaram valores acima de 3,5 C durante alguns meses (Figura 2).

As anomalias de TSM do Oceano Atlântico Tropical têm papel mais direto, sendo uma forçante menos remota e mais transiente que a do Enos. Por esses motivos, a previsibilidade do Enos é mais limitada e tende a ser considerada em segundo plano na previsão sazonal. Climatologicamente, o gradiente de anomalias de TSM na região modula a posição da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Gradientes positivos, orientados sul-norte no Atlântico Tropical, ou seja, anomalias mais quentes no Atlântico Tropical Norte do que no Atlântico Tropical Sul, mantêm a ZCIT ancorada em posições mais ao sul durante a estação úmida do Nordeste – fevereiro, março, abril e maio (FMAM) –, produzindo condições de seca para a região. Por outro lado, gradiente de anomalia de TSM negativa provoca incursões mais ao sul da ZCIT, levando a anos, em geral, com acumulados acima da média histórica. Nos últimos anos, os valores de índices dos gradientes da anomalia de TSM (calculados a partir da subtração da média das anomalias de TSM no Atlântico Tropical Norte e Atlântico Tropical Sul) se mantiveram com valores positivos em 2010, próximos à normalidade em 2011 e novamente positivos em 2012 e 2013 (Gráfico 1). A marcada variabilidade sazonal e interanual também mostrou tendências de acréscimo nos últimos anos, o que indica a concordância com os períodos de seca intensa observados na Região Nordeste.

---

3 Climate Prediction Center (CPC), National Centers for Environmental Prediction (NCEP), National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) [Centro de Previsão do Clima/Centro Nacional de Previsão Ambiental/ Administração Nacional Oceânica e Atmosférica] são instituições vinculadas ao governo dos Estados Unidos.

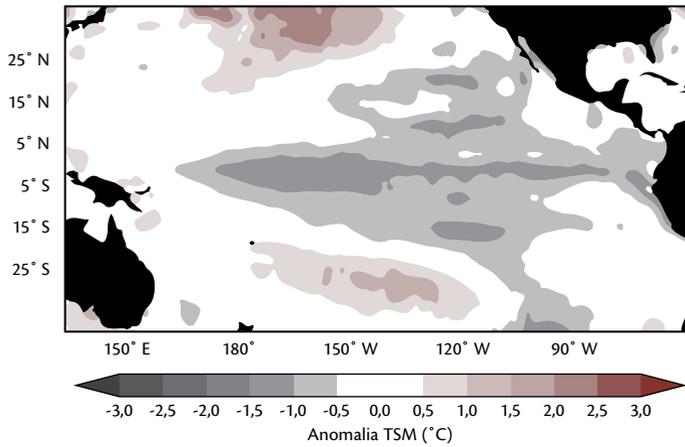


Figura 1. Anomalia média sazonal - novembro, dezembro e janeiro (NDJ) - de 2011 de TSM no Pacífico Tropical.

Fonte: Elaborado pela Funceme com base em informações de NOAA/OAR/ERSL/PSD.

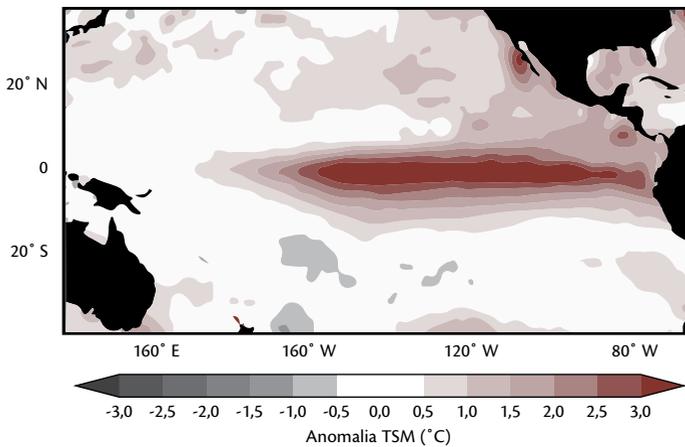
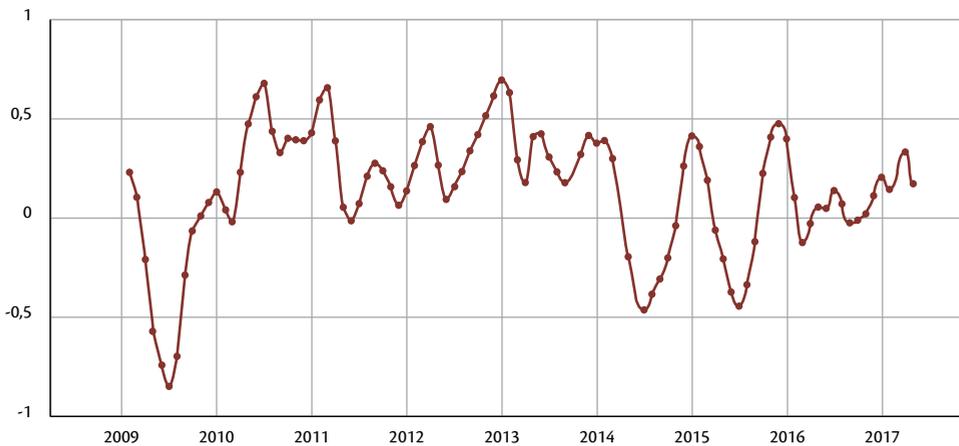


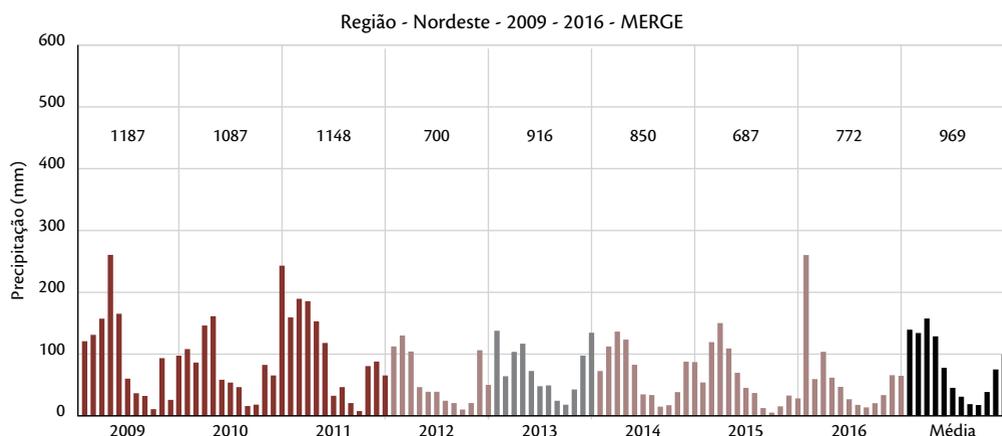
Figura 2. Média sazonal NDJ de 2015 de TSM no Pacífico Tropical.



**Gráfico 1.** Média móvel de 3 meses do índice do gradiente de anomalia de TSM no Atlântico Tropical.

A evolução dos acumulados de precipitação mensal no Nordeste é apresentada no Gráfico 2. Os anos de 2009 e 2011 apresentam períodos com precipitação anual acima da média. A partir de 2012 os acumulados de precipitação predominantes na região levam a seca a alcançar os níveis mais severos. Diferentes fatores combinados – a própria variabilidade climática, os efeitos remotos do Enos e a neutralidade do Atlântico Tropical - são sugeridos como responsáveis pela severidade e duração da seca de 2012-2016 e também têm papel preponderante nessa modulação. A inerente variabilidade temporal reflete a influência do Enos.

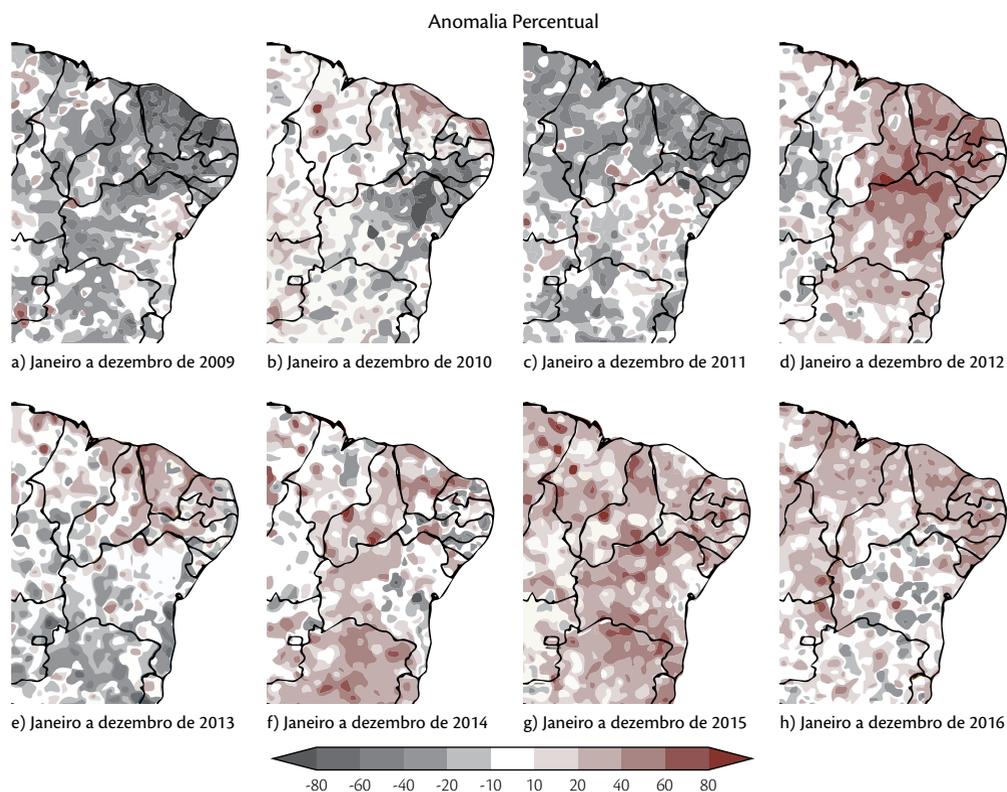
Em termos da variabilidade espacial da precipitação, a região também mostra grandes diferenças. As anomalias anuais apresentadas na Figura 3 refletem as variações ao longo dos anos e no espaço. Porções mais ao norte e sul da região tiveram comportamento opostos nas anomalias de precipitação, nos anos de 2010, 2013 e 2016 (Figura 3b, 3e e 3h), em que anomalias negativas sobre o norte e anomalias positivas na parte sul foram observadas. A partir de 2011, a região do baixo São Francisco, principal rio da região, recebeu menos chuvas que a normalidade, alcançando, em 2012, 60% do esperado de precipitação ao longo do ano. Os anos de 2014 e 2015 têm características similares no que se refere à distribuição espacial dos acumulados de precipitação, ou seja, anomalias negativas entre 20% e 40% no norte e centro leste da região nordestina (Figura 3f e 3g).



**Gráfico 2.** Acumulados mensais de precipitação média para o Nordeste, para os anos de 2009 a 2016. Os acumulados anuais estão na parte superior do gráfico. Anos com barras azuis representam períodos com acumulado anual acima da normal; aquelas em cor cinza, anos em torno da normal; e, em vermelho, para anos abaixo desta categoria.

*Fonte: Produto de Estimativa de Precipitação por Satélite com estações pluviométricas (Merge)/Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe).*

Todas essas forçantes interagem entre si e proporcionam dificuldades para a previsão sazonal da região. A interação entre escalas temporais dos sistemas atmosféricos e forçantes climáticas também leva mais dificuldade para a elaboração sazonal. A modelagem numérica climática é amplamente utilizada nos centros de meteorologia do mundo para a elaboração das previsões sazonais. Os modelos climáticos têm incorporado, ao longo do tempo, a evolução do estado da arte do entendimento a respeito da atmosfera e de sua interação com outros componentes do sistema climático, em geral, para lidar com a gama de processos físicos que compreendem o sistema terrestre.



**Figura 3.** Anomalia do acumulado anual percentual (%) na Região Nordeste, para os anos de a) 2009; b) 2010; c) 2011; d) 2012; e) 2013; f) 2014; e) 2015; e f) 2016. Período de referência: 1998-2016.

Fonte: Produto de Estimativa de Precipitação por Satélite com estações pluviométricas (Merge)/Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

## 2. A natureza do problema de previsão sazonal

A atmosfera é um sistema caótico no sentido matemático (LORENZ, 1982), ou seja, é muito sensível às suas condições iniciais. Há, assim, um limite na sua predictabilidade definido pela forma em que os erros nas condições iniciais se propagam. Esse limite foi identificado por Lorenz (1993) como sendo da ordem de duas semanas. Como consequência, não importa quão precisas as condições iniciais são estimadas, o estado preciso da atmosfera não pode ser previsto para mais de duas semanas de antecedência.

Se a Previsão de Tempo tem esse limite de duas semanas, como pode então o clima ser previsto para horizontes de meses (por exemplo, três ou quatro meses)? A interação atmosfera-superfície se dá por meio das trocas de calor, *momentum* e água. Logo, o estado da atmosfera depende fortemente do estado da superfície, implicando em que mudanças nos estados de ambos os sistemas, superfície e atmosfera, estejam interligadas. A evolução do clima é, assim, dependente das condições de contorno da superfície com as quais a atmosfera interage, não sendo um problema de condições iniciais como o é a Previsão de Tempo. A palavra clima refere-se, dessa maneira, às estatísticas da atmosfera, as quais dependem das condições de contorno da superfície, e, como estas, são previsíveis. Pretende-se, com a Previsão de Clima, prever, por exemplo, a média de precipitação na estação, associada a alguma medida de sua incerteza.

### 3. O sistema de previsão climática

A previsão climática sazonal no Brasil adota um formato baseado na definição de probabilidades a um certo número de faixas de precipitação. Atualmente, são utilizadas três faixas ou tercís: chuvas abaixo da média, em torno da média e acima da média. Assim, o prognóstico climático tem natureza probabilística e não determinística, o que está de acordo com a natureza do problema.

A questão passa a ser como definir as probabilidades dessas três categorias, de maneira consistente cientificamente, o que está longe da prática operacional. A definição das probabilidades dos três tercís baseia-se, operacionalmente, na opinião de consenso de um grupo de especialistas. Nas reuniões de discussão entre esses profissionais são apresentados: o monitoramento de campos atmosféricos e oceânicos; resultados de vários modelos matemáticos que simulam a dinâmica da atmosfera (chamados de modelos *dinâmicos*); e modelos que fazem uso de dados do clima do passado (os chamados modelos *estatísticos*). Alguns dos especialistas assumem intrinsecamente que o problema a ser resolvido é de condições iniciais, o que não é o caso. Ou seja, assumem ser possível, a partir das condições iniciais das forçantes do clima, associar probabilidades às três categorias mencionadas, para um horizonte de três meses.

Nas mencionadas reuniões, ocorre um processo que beira à disputa entre os especialistas, os quais promovem uma defesa das suas opiniões pessoais, sendo o consenso alcançado, muitas vezes, por influência de um senso comum muito motivado pelo desejo de se proteger do que é visto como “erro” na previsão ou, ainda, por uma memória muito subjetiva e não lastreada no que foi previsto/observado em anos passados. Esse consenso pode ser alcançado, do mesmo modo, por meio de conceitos equivocados de probabilidade e estatística e da percepção equivocada da natureza do problema que se quer resolver.

Em última análise, não se tem como associar o estado atual das forçantes de clima com as probabilidades dos tercís para um horizonte de três meses.

## 4. A necessidade de mudança

No prognóstico de consenso de janeiro/2012 para o trimestre fevereiro-março-abril, Martins (2012) apresentou a motivação para a implementação de mudanças urgentes no sistema de previsão climática. Entre os pontos levantados, apesar de alguns terem sido discutidos anteriormente, são listados a seguir:

- Entendimento pobre do problema a ser resolvido, no caso, previsão climática sazonal;
- Má compreensão sobre conceitos básicos de probabilidade e estatística;
- Envolvimento da equipe de previsão no contato direto com o usuário;
- Agenda política pessoal do moderador que conduz a reunião, o qual tenta impor sua visão ao grupo de discussão;
- Ou, ainda, uma combinação das alternativas anteriores.

Para interesses ligados à agenda política pessoal, a qual geralmente é acompanhada por uma ou mais das três primeiras causas, não se pode fazer nada para mudar este pensamento, uma vez que a motivação não é só de natureza técnica. Por esses fatores, a Funceme vem utilizando diretamente modelos climáticos regionais como forma de emitir seu prognóstico.

Em 2012, os diretores do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), ligado ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), e do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), entendendo a necessidade de mudança, acolheram a proposta da Funceme (MARTINS, 2012) para mudar o Sistema de Previsão Climática. Restava a definição da nova metodologia a ser usada. Assim, foi formado um Grupo de Trabalho, sugerido pelo diretor do Inmet, para a discussão metodológica do novo sistema. Este Grupo de Trabalho reuniu-se durante o ano de 2012, deliberando sobre uma metodologia mais objetiva na definição das probabilidades, a partir dos resultados de modelos numéricos de clima rodados pelos três centros: CPTEC, Inmet e FuncemeFunceme. Os primeiros ensaios de uso da metodologia foram realizados no segundo semestre de 2012 e o procedimento vem sendo utilizado pela Funceme desde então, para

gerar as previsões de precipitação e vazão aos principais sistemas de reservatórios do estado. Basicamente, trata-se de um superconjunto nacional de modelos, composto de: 1 modelo estatístico em nível de Brasil, do Inmet; 3 modelos climáticos globais, do CPTEC; e 1 modelo climático global, rodado na Funceme. A partir de julho de 2013, os institutos nacionais voltaram ao modelo de consenso, mas a Funceme optou em dar continuidade ao sistema de previsão mais objetivo e baseado em modelagem numérica.

## 5. Previsão climática em janeiro para o FMA entre 2009 e 2016

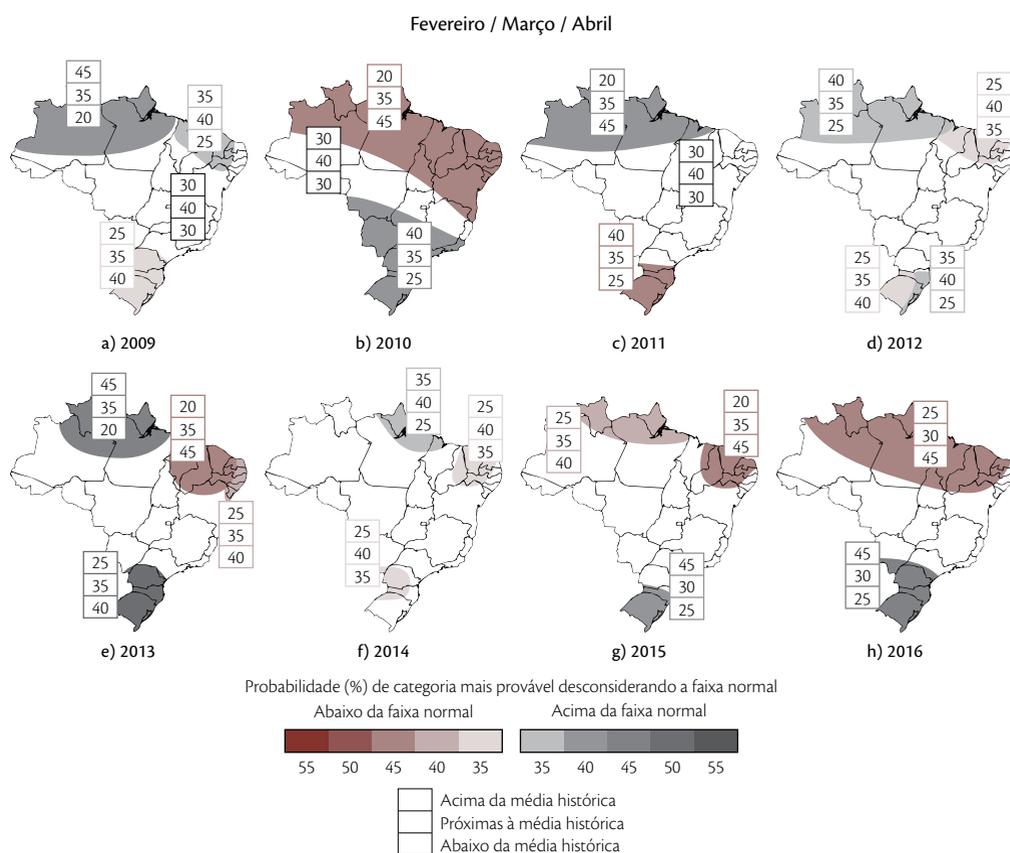
A previsão climática no Brasil segue a forma de reunião de consenso entre pesquisadores, sendo elaborada pelo CPTEC/Inpe, com colaboração do Inmet e de centros estaduais de meteorologia. Campos atmosféricos e oceânicos, juntamente com as previsões de modelos climáticos, são considerados para a realização do prognóstico. Para o Nordeste do Brasil, durante o pico da estação chuvosa - fevereiro, março e abril (FMA) -, os prognósticos climáticos de consenso têm apresentado, frequentemente, probabilidades das categorias mais prováveis em torno da normal (Figura 4). O caráter conservador das probabilidades é compatível com valores observados em outros centros de previsão de meteorologia de outros países que usam o mesmo modelo de reunião. Para um mesmo trimestre, as regiões com as previsões válidas são diferentes ao longo dos anos, com grande variabilidade no espaço entre eles. Essas regiões são atribuídas arbitrariamente pelos pesquisadores.

A Figura 5 traz a síntese das previsões para o Brasil emitidas de 2009 a 2016, válidas para o trimestre de FMA. Mantendo o foco na Região Nordeste, a previsão realizada em 2009 indicou maior probabilidade para a ocorrência de período com normalidade (Figura 4a). Com uma simples comparação com o observado, verifica-se que as anomalias positivas foram encontradas em toda a porção norte do Nordeste para o período (Figura 5a). Em 2010 a categoria indicada como a mais provável foi “abaixo da normal” (Figura 4b), enquanto que a observação mostrou que somente a porção norte da Região Nordeste teve déficits de precipitação nesse período. Estados como Bahia, Sergipe, Alagoas e Pernambuco oscilaram com locais indicando categorias acima e em torno da normal (Figura 5b). O prognóstico emitido em janeiro de 2011 indicou novamente condições de normalidade para a Região Nordeste do Brasil, exceto o extremo norte do estado do Maranhão (Figura 4c). A Figura 5c mostra que os valores observados naquele ano, novamente, indicam anomalias positivas no acumulado sazonal em toda a região. Para o ano de 2012, o prognóstico válido emitiu valores de probabilidade apenas para a porção centro-norte do Nordeste, em que a mais provável foi a categoria em torno da normal, com 40% de chance (Figura 4d).

Majoritariamente, as observações mostram uma grande seca com valores abaixo de 80% do acumulado esperado para FMA na Bahia e na porção leste do Nordeste Figura 5d. O prognóstico para 2013 indicava mais chance de acumulados de precipitação abaixo da normal, mas com probabilidades de 40% e 45 % para o leste e o norte da Região Nordeste, respectivamente (Figura 4e). As observações mostraram condições de seca nas regiões central e norte do Nordeste, contudo, em sua porção leste, as magnitudes das anomalias sugerem percentuais em torno da normalidade (Figura 5e). Assim como 2009 e 2011, o ano de 2014 também teve prognóstico em torno da normalidade, com chance de 40% para a região do centro norte do Nordeste (Figura 4f). A observação mostra que as áreas costeiras sofreram condições de seca, sendo a categoria “abaixo da normal” a observada. Entretanto, dentro do continente, os locais com anomalias em torno da normalidade e ligeiramente acima da normal foram observados (Figura 5f).

Para os anos de 2015 e 2016 o prognóstico foi similar. A categoria indicada como a mais provável foi a “abaixo da normal”, com 45% de chance de ocorrência (Figura 4g e 4h). Contudo, para 2015 (Figura 5g), as observações mostraram que a região central teve acumulados que se adequavam entre a categoria normal e acima da normal. Na porção leste, por sua vez, foram encontrados valores de anomalias negativas (Figura 5g e 5h).

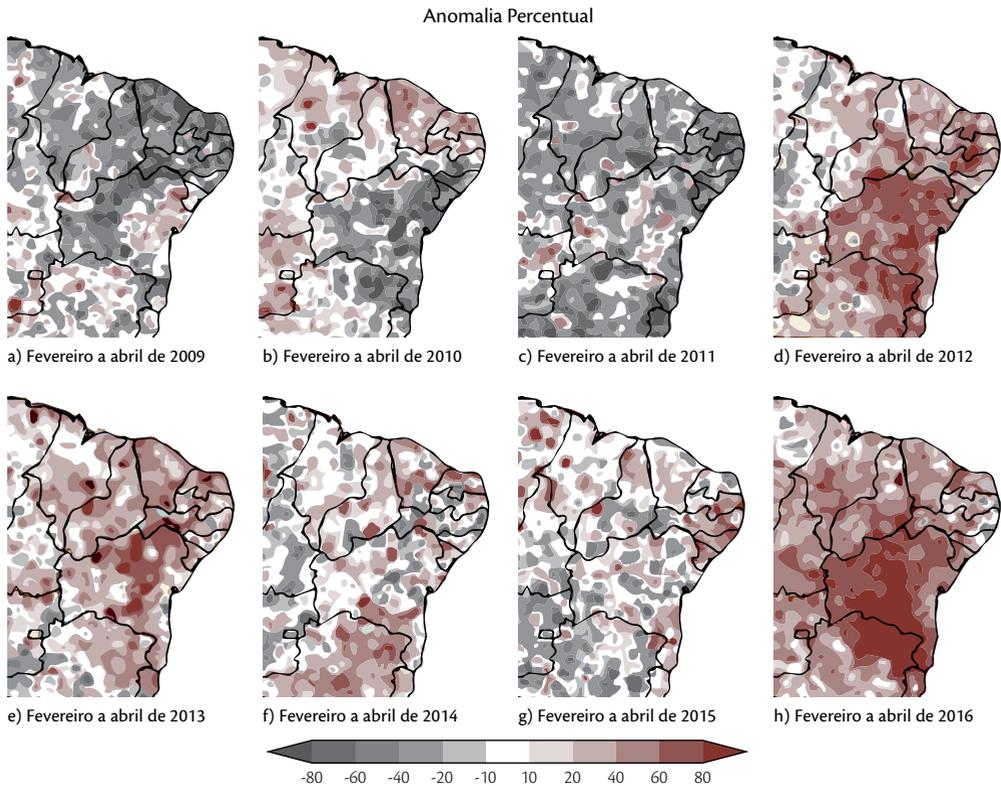
A partir dessa análise qualitativa das previsões de 2009 a 2016, mesmo sendo um sistema probabilístico, é possível captar deficiências na forma em que o sistema de previsão é aplicado. A alta variação das áreas para onde a previsão é válida indica intenso grau de subjetividade do sistema, em que os valores das probabilidades tendem à normalidade ou mesmo a valores de probabilidade das categorias bem próximos, evitando que a informação seja passada com veemência em determinados casos e, assim, justificando a utilização de um sistema probabilístico.



Nota: as cores no mapa ilustram a maior probabilidade prevista nas categorias acima ou abaixo da normal climatológica.  
 Área branca: o Prognóstico de Consenso indica comportamento climatológico (igual probabilidade para as três categorias).

**Figura 4.** Previsões climáticas sazonais de consenso para o Brasil, realizadas pelo CPTEC, com participação do Inmet e de centros estaduais de meteorologia. Previsões realizadas em janeiro para os anos de: a) 2009; b) 2010; c) 2011; d) 2012; e) 2013; f) 2014; e) 2015; e f) 2016.

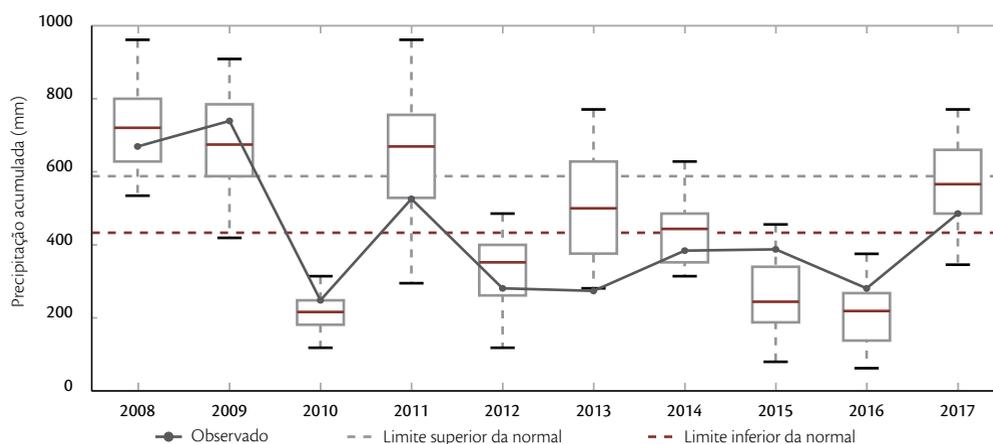
Fonte: CPTEC/INPE.



**Figura 5.** Anomalias percentuais do acumulado FMA para os anos de: a) 2009; b) 2010; c) 2011; d) 2012; e) 2013; f) 2014; e) 2015; e f) 2016.

*Fonte de dados:* Merge/CPTEC/Inpe.

Especificamente para o Ceará, os resultados da previsão objetiva, ou seja, baseada em modelagem numérica, conseguem descrever adequadamente a variabilidade climática do estado nos últimos anos, conforme apresentado no Gráfico 3.



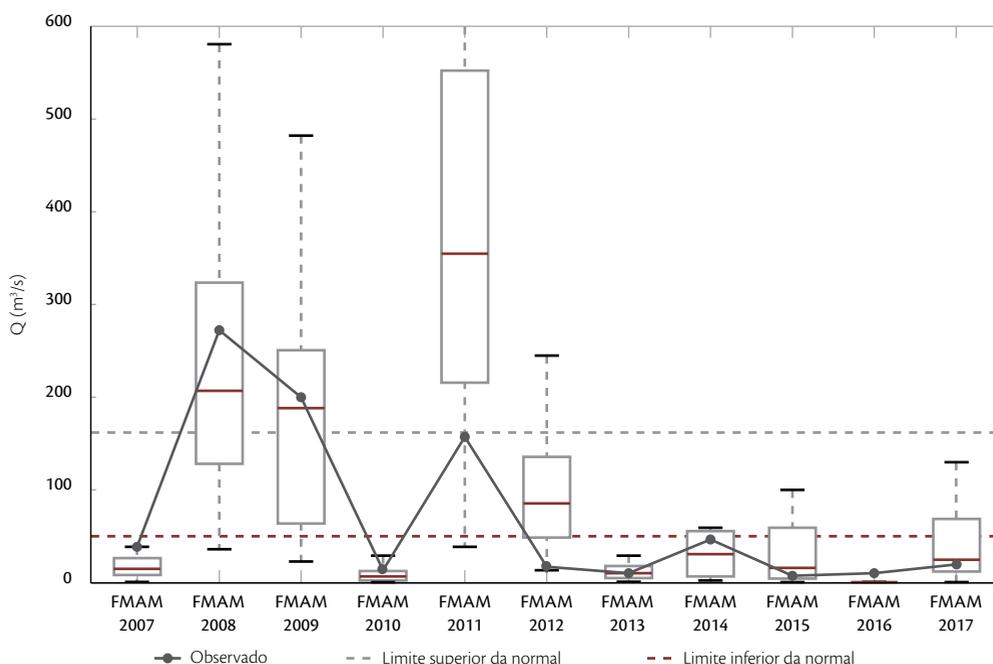
**Gráfico 3.** Previsões climáticas sazonais obtidas a partir do modelo climático global ECHAM 4.6 para o estado do Ceará, em janeiro, para o trimestre FMA. As previsões trimestrais são indicadas pelos box plots, enquanto a linha verde indica o valor observado no período. Os limites inferiores e superiores da categoria normal são indicados pelas linhas tracejadas vermelha e azul, respectivamente.

## 6. O uso da informação climática

O valor atribuído à Previsão Climática Sazonal sob a forma de tercís é desproporcional, se considerado como subsídio à tomada de decisão e se pensarmos, ainda, que as categorias associadas a cada tercil correspondem a totais de chuva para o trimestre. Esse é um motivo adicional de usarmos diretamente os resultados de modelos, uma vez que, facilmente, a partir do acoplamento de modelos de impactos setoriais (recursos hídricos, agricultura, etc.), pode-se prever variáveis de interesse direto ao processo de tomada de decisão.

Existem vários registros que demonstram o uso da informação climática no Ceará e, entre estes, podem ser citados os que se referem aos anos de: 2009; 2012 a 2016; e, em particular, 2015. O Gráfico 4 apresenta as previsões de aflúências sazonais para o reservatório Castanhão, obtidas a partir do ECHAM 4.6 (disponibilizadas pela Funceme), em janeiro, para o trimestre fevereiro-março-abril.

O uso da previsão de 2009 - A intensa variabilidade climática na Região Nordeste e, em particular, no estado do Ceará, impõe um grande desafio ao gerenciamento das águas e, por esse motivo, é imprescindível o uso de informações de Tempo e Clima - geradas pelos sistemas de monitoramento e previsão - no planejamento e nas operações do setor de recursos hídricos. Um retrato dos desafios dessa variabilidade pode ser obtido a partir da análise de anos recentes de cheias, como os anos de 2008 e 2009, e de seca, período de 2012 a 2016. Os anos de 2008 e 2009 foram muito chuvosos, tendo o ano de 2009 imposto uma decisão extremamente difícil: obedecer cegamente ao plano de controle de cheias existente para o açude Castanhão, o qual estabelece que seu nível não deve ultrapassar a cota 100 m ou, ainda, diante da previsão climática (um forte sinal de chuvas acima da média), que deve ser feito o uso do sistema de monitoramento e previsões de Tempo/afluências existente na operação do Castanhão para garantir o máximo armazenamento de água. Em 2009, esta última foi a alternativa implementada, o que salvou a Região Metropolitana de Fortaleza do colapso até o momento.



**Gráfico 4.** Previsões de afluências sazonais para o reservatório Castanhão, obtidas a partir do ECHAM 4.6 (disponibilizado pela Funceme), em janeiro, para o trimestre fevereiro-março-abril. As previsões trimestrais são indicadas pelos box plots, enquanto a linha preta indica o valor observado no período. Os limites inferiores e superiores da categoria normal são indicados pelas linhas tracejadas vermelha e cinza, respectivamente.

O uso das previsões de 2012 a 2015 - A Funceme vem provendo, há mais de uma década, informações relativas à previsão climática sazonal e de afluências durante o período chuvoso. Antes de 2013, os dados eram levantados a partir dos modelos global/regional ECHAM4.5-IRI/RSM97 e, a partir de 2013, têm sido usados os modelos global/regional ECHAM4.6-Funceme/RSM97. As previsões de afluências têm sido utilizadas, em geral, para estabelecer cenários de alocação de água para o setor de recursos hídricos. Esses cenários têm servido de base para as reuniões de alocação nos comitês de bacia do Estado. Em 2015, o cenário de *El Niño* delineado a partir de março, com a possibilidade de afetar a quadra de 2016, foi antecipado pela Funceme, ainda como preocupação, em novembro de 2014, o que permitiu ao Ceará, por meio de sua Secretaria de Estado de Recursos Hídricos, antecipar os processos licitatórios de perfuração e instalações de poços para os anos de 2015 e 2016. Caso essa antecipação não tivesse sido feita, o suprimento hídrico para as várias localidades desta unidade da Federação não teria sido garantido, uma vez que a preocupação tornou-se realidade.

## Referências

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E CLIMA – CPTEC. **Reuniões de discussão** para a emissão o prognóstico de consenso emitido em janeiro para o trimestre fevereiro-março-abril do mesmo ano, 2007. 2017.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HIDRICOS – FUNCEME. **Previsão de aflúências**. Disponível em: <<http://www.funceme.br/index.php/areas/acudes-e-rios/previsao-de-afluencias>>.

LORENZ, E.N. Some aspects of atmospheric predictability. In: EUROPEAN CENTRE FOR MEDIUM RANGE WEATHER FORECAST SEMINAR 1981: problems and prospects in long and medium range weather forecasting. Reading, Eng., 14-18 September, 1982. **Proceedings...** Reading, Eng Mar. p. 1-20. 1982.

\_\_\_\_\_. **The Essence of chaos**. Seattle: Univ. of Washington Press, 227 p.

MARTINS, E.S.P.R.; MAGALHÃES, A.R. A seca de 2012-2015 no Nordeste e seus impactos. **Revista Parcerias Estratégicas**, v. 20, n. 41, p. 107-128.

MARTINS, E.S.P.R. Sistema de previsão climática: Porque precisamos mudança? In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE AVALIAÇÃO CLIMÁTICA PARA O SEMIÁRIDO NORDESTINO, 14., Fortaleza, 2012. **Apresentação...** Fortaleza, 2012.



## SEÇÃO 3

### A SECA NOS ESTADOS

---

A seca 2010-2016 e as medidas do Estado do Ceará para mitigar seus efeitos

A seca no Maranhão no período de 2010 a 2016 e seus impactos

A seca no Estado da Paraíba – Impactos e ações de resiliência

Secas de 2010 a 2016 no Piauí: impactos e respostas do Estado em articulação com os programas nacionais

O panorama da seca 2010-2016 no Estado de Sergipe – Impactos e ações de enfrentamento

Impactos da seca 2010-2016 em Alagoas

Uma reflexão sobre os impactos causados pela seca no Rio Grande do Norte de 2012 a 2016

Impactos da seca na Bahia: medidas de enfrentamento adotadas pelo Estado

Diagnóstico da seca 2011-2016 em Pernambuco: impactos e políticas de mitigação



# A seca 2010-2016 e as medidas do Estado do Ceará para mitigar seus efeitos

Helder dos Santos Cortez<sup>1</sup>, Gianni Peixoto de Lima<sup>2</sup>, Meiry Sayuri Sakamoto<sup>3</sup>

## Resumo

Iniciado há mais de um século, o histórico de investimentos em infraestrutura hídrica, resultado de uma longa parceria entre a União e o governo estadual, coloca o Ceará em destaque, por garantir, atualmente, mais de 18 bilhões de metros cúbicos de reserva hídrica. Contudo, a seca prolongada que se estende, em algumas áreas, desde 2010, aliada à vulnerabilidade geoambiental do território, tem causado consequências severas à população cearense. Este artigo traz, além dos principais impactos da seca no abastecimento de água e na agricultura no Ceará, um quadro dos embates surgidos em decorrência da escassez hídrica e as

## Abstract

*The history of investment in water infrastructure, which began more than a century ago, as a result of a long partnership between state and federal governments, places the state of Ceará as an example, guaranteeing more than 18 billion cubic meters in water stock. However, the prolonged drought in some areas, which began in 2010, along with the geo-environmental vulnerability of the region, has caused led to severe consequences to the population of the state. This article paints, besides the main impacts of the drought in water supply and agriculture in Ceará, a picture of the battles fought as a consequence of water shortage*

1 Assessor da Presidência da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (Cagece).

2 Assessor da Presidência da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará (Cogerh).

3 Supervisora do Núcleo de Meteorologia da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme).

ações inovadoras que vêm sendo desenvolvidas para o enfrentamento dos efeitos deste evento climático.

*and the innovative actions that have been developed to face the effects of this climate event.*

**Palavras-chave:** Impactos da seca no Ceará. Ações de enfrentamento à seca.

**Keywords:** *Impacts of drought in Ceará. Actions to facing the drought.*

## 1. Introdução

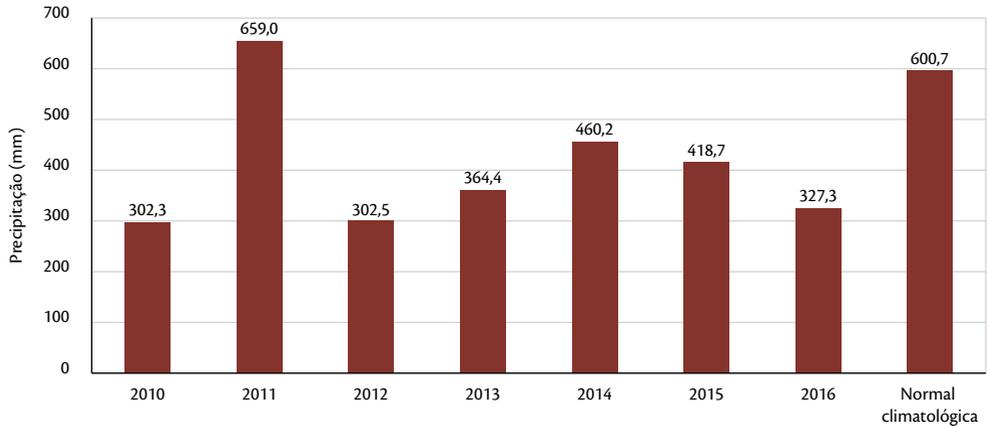
A seca é um fenômeno natural recorrente na Região Semiárida brasileira e provoca consequências e impactos sociais e econômicos graves. As chuvas no Ceará apresentam alta variabilidade espacial e temporal ao longo do ano. Concentram-se entre os meses de fevereiro a maio (quadra chuvosa), quando se observa cerca de 70% da precipitação anual. A precipitação média na quadra chuvosa, segundo a climatologia de 1981 a 2010, é de 600,7 milímetros (mm) no Estado.

Em 2010, primeiro ano da seca plurianual ainda em curso, o Estado do Ceará recebeu um volume médio de chuva de 302,3 mm, configurando um desvio percentual de -49,7%. Em 2011, o volume acumulado durante a quadra chuvosa alcançou 659,0 mm (desvio de 9,7%), dentro da normal climatológica, com boa distribuição temporal de precipitação, o que garantiu boa produção agrícola no Estado, de modo geral, porém, pouco aporte nos reservatórios. No ano de 2012, o desvio percentual foi de -49,6% e o volume acumulado, de apenas 302,5 mm. Em 2013, 364,4 mm foram observados durante os meses de fevereiro a maio, resultando em mais uma estação chuvosa abaixo da média, com desvio de -39,3%. No ano de 2014, o volume acumulado entre fevereiro e maio foi de 460,2 mm e o desvio percentual, de -23,4%. Em 2015, choveu 418,7 mm durante a quadra chuvosa, correspondendo a um desvio de -30,3%. Por fim, em 2016, choveu apenas 327,3 mm, sendo o desvio percentual de -45,5% (Gráfico 1).

Embora tenham sido registradas, em 2011, chuvas em torno da média no Ceará, a distribuição da precipitação não foi favorável ao aporte de água nos reservatórios. Assim, entre 2010 e 2016, o Estado enfrentou o que pode ser considerado o período mais severo de seca dos últimos 100 anos.

Além disso, o evento coincidiu com a crise econômica, política e social no Brasil, o que potencializou ainda mais os efeitos danosos desse fato climático, desafiando o Estado a lidar com o problema, que colocou em risco a capacidade de sua infraestrutura de recursos hídricos em garantir a segurança no abastecimento de água à sua população. As reservas hídricas superficial e subterrânea ficaram comprometidas, afetando, inclusive, o abastecimento dos

centros urbanos, além de trazer impactos diretos à agricultura (sequeiro e irrigada), à pecuária, à aquicultura e à piscicultura.



**Gráfico 1.** Precipitação média acumulada no Ceará durante a quadra chuvosa (fevereiro a maio), entre 2010 e 2016, e a normal climatológica (1981-2010)

Fonte: Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme).

De modo a propor soluções para esse cenário, diversas ações têm sido desenvolvidas pelo governo do Estado do Ceará. Essas iniciativas são, muitas vezes, discutidas nas reuniões do Comitê de Convivência com a Seca, que acompanha e analisa alternativas para o abastecimento dos sistemas urbano e rural, particularmente, em situação emergencial, sempre buscando, de forma participativa, debater e definir encaminhamentos para o aproveitamento dos mananciais. Além disso, em 2015, o governo do Estado criou o Grupo de Contingência, composto por representantes dos órgãos estaduais ligados à temática de recursos hídricos. Nesse grupo, com acompanhamento direto do Gabinete do Governador, são tratadas, especificamente, questões de segurança hídrica, priorizando ações para amenizar os transtornos da escassez de água no Estado. Assim, a integração dos diversos órgãos que trabalham com a convivência do semiárido e a gestão dos recursos hídricos vem trazendo resultados significativos para o Ceará, no que diz respeito à mitigação dos impactos da seca.

O presente artigo apresenta os principais impactos da seca no abastecimento de água e na agricultura no Ceará, bem como um panorama dos conflitos pertinentes ao acesso e ao uso da água, além das ações que o Estado vem desenvolvendo para o enfrentamento das consequências deste fenômeno climático.

## 2. Impacto nos recursos hídricos

De acordo com Wilhite e Glantz (1985) as secas podem ser classificadas em quatro categorias:

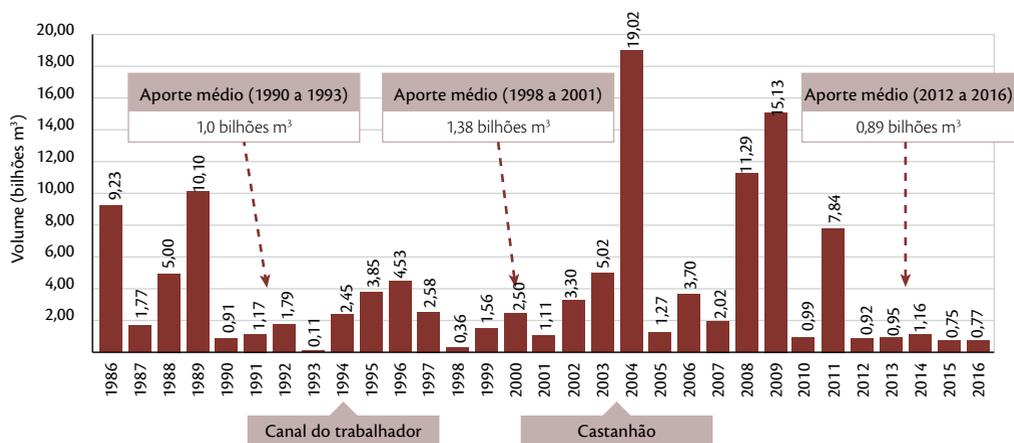
- **seca meteorológica** - quando há déficit de precipitação pluvial sobre uma região, durante um período de tempo;
- **seca agrícola** - quando se observa baixa disponibilidade de umidade no solo, tornando insuficiente o suprimento de água às culturas para repor as perdas por evapotranspiração;
- **seca hidrológica** - quando se observa uma deficiência no volume de água disponível, incluindo lençol freático, reservatórios e rios; e
- **seca socioeconômica** - quando a demanda pela água supera a oferta, prejudicando a geração de bens.

Do ponto de vista meteorológico, o período 2010 a 2016 foi caracterizado por seca, sendo que a precipitação média acumulada no Ceará no período, entre os meses de fevereiro e maio, mesmo contabilizando a precipitação em torno da média em 2011, foi de 404,9 mm, correspondendo a um desvio de -32,6%, abaixo da normal climatológica da quadra chuvosa, que é de 600,7 mm.

Em relação aos recursos hídricos, é preciso considerar o impacto do baixo volume de chuvas sobre a reserva hídrica superficial no Ceará, que é bastante representativa e a principal fonte no Estado. Em 2016, os açudes monitorados pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará (Cogerh) somavam 153 reservatórios, representando mais de 90% da capacidade total de acumulação superficial do Estado, que é de 18,64 bilhões de m<sup>3</sup>. Cabe ressaltar o aumento considerável na quantidade de açudes no Ceará a partir da década de 80, quando o Estado passou a construir importantes reservatórios, que se somaram à açudagem histórica implantada pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (Dnocs) ao longo do século passado. Nesse sentido, o Gráfico 2 mostra o aporte de água nos reservatórios monitorados desde 1986 até 2016. O aporte considerado é o incremento de reserva anual nos açudes monitorados até o seu nível máximo de acumulação, em decorrência da afluência natural.

Ainda como pode ser observado no Gráfico 2, em 2016, foi registrada a situação mais crítica, até então, de toda a história dos açudes do Ceará. Dos 153 reservatórios monitorados naquele ano, 39 ficaram completamente vazios e foram registrados, ainda, outros 48 com reserva no volume morto, somando cerca de 57% dos açudes em situação extremamente crítica. No mesmo ano, o Estado

armazenou sua menor reserva hídrica superficial, desde o início da sistematização desses dados, com 1,15 bilhões de m<sup>3</sup>, o que corresponde a apenas 6,2% da sua capacidade total de reservação.



**Gráfico 2.** Histórico dos aportes hídricos dos açudes monitorados pela Cogeh entre 1986 a 2016

Fonte: Cogeh.

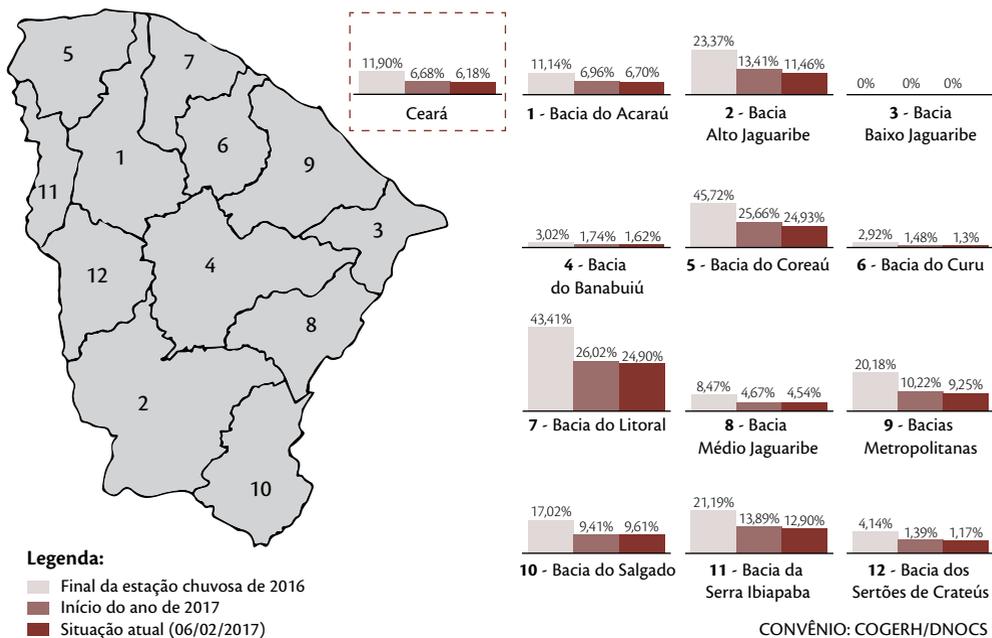
Se observadas as séries de anos em que o aporte anual foi inferior a 2 bilhões de m<sup>3</sup>, destacam-se três períodos: 1990 a 1993; 1998 a 2001; e o período mais recente e também o mais longo, 2012 a 2016. Desses três períodos, o último ainda registrou a menor média anual de aporte, 0,89 bilhões de m<sup>3</sup>. Se considerado, além disso, que o açude Castanhão foi concluído no final de 2002 e, portanto, não estava contabilizado nos aportes até então, pode-se concluir que, se não forem levados em conta os aportes desse açude (com capacidade de acumulação de até 6,7 bilhões de m<sup>3</sup>) no período 2012 a 2016, o déficit hídrico é ainda maior nessa seca recente.

Outro aspecto a ser considerado é a extrema variabilidade nos aportes entre bacias hidrográficas. Nota-se que, muitas vezes, os maiores volumes se concentram em bacias localizadas mais próximas do litoral (Figura 1), onde a seca é mais amena em razão de as chuvas tenderem a ser mais abundantes, devido ao posicionamento mais favorável da Zona de Convergência Intertropical, principal sistema indutor de chuvas no setor norte da Região Nordeste.

Como as chuvas de 2017 só refletiram algum aporte nos açudes a partir de março, pode ser considerado que a menor reserva registrada após 5 anos de seca foi no início de fevereiro de 2017, quando o Estado acumulava 6,2% da sua capacidade e tinha bacias com reserva extremamente crítica, como a dos Sertões de Crateús, com apenas 1,17% da capacidade; e do Banabuiú, com

1,6%; a do médio Jaguaribe, que mesmo com o açude Castanhão, acumulava apenas 4,5%; e a bacia do Curú, com 1,3% da capacidade (Figura 1).

Apesar de, entre 2010 e 2016, o ano de 2011 não ser classificado como seco, a recarga hídrica em 2010 foi uma das menores de toda a história, impactando seriamente a reserva durante a série de 5 anos secos seguintes a 2011, ou seja, entre 2012 e 2016. Observa-se, ainda, que a situação poderia ter sido mais catastrófica, não fosse o recorde máximo de acumulação hídrica que ocorreu em 2009, exatamente no ano anterior a essa sequência de anos secos. Além disso, em duas regiões em particular, as bacias do Curú e dos Sertões de Crateús, as chuvas foram bastante irregulares e as recargas de alguns reservatórios ficaram abaixo da média. Assim, nessas duas bacias, pode-se considerar um período contínuo de 7 anos de seca, de 2010 a 2016.



**Figura 1.** Situação hídrica nas bacias hidrográficas do Ceará, desde o final da estação chuvosa de 2016 a fevereiro de 2017

Fonte: Cogerh.

Em fevereiro de 2017, o Estado do Ceará ainda registrava números de similares aos do ano anterior no que diz respeito a açudes no volume morto ou completamente secos. Entretanto, do total de 153 reservatórios, 137 estavam com a reserva inferior a 30%, o que novamente foi considerada a situação mais crítica já registrada no Estado, desde 1986. Entre 2012 e 2016, observou-se um crescente número de açudes alcançando níveis críticos de acumulação. A Tabela 1 expõe a quantidade de açudes em situação crítica de reserva ao longo desses anos.

**Tabela 1.** Situação dos açudes monitorados no Ceará desde dezembro de 2011 a dezembro de 2016

Situação de reserva	Dez/2011	Dez/2012	Dez/2013	Dez/2014	Dez/2015	Dez/2016
Nº açudes monitorados	138	142	147	150	154	153
Volume morto	00	14	34	50	57	42
Vazio	00	00	03	08	19	39

Fonte: Cogeh.

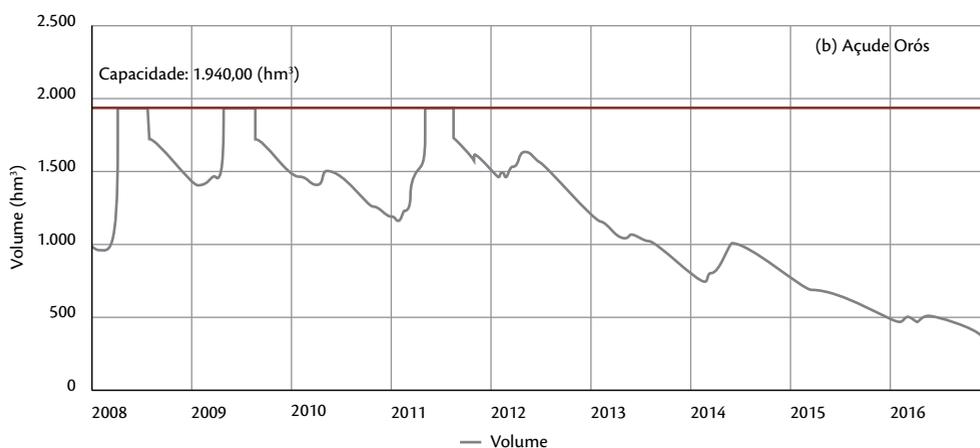
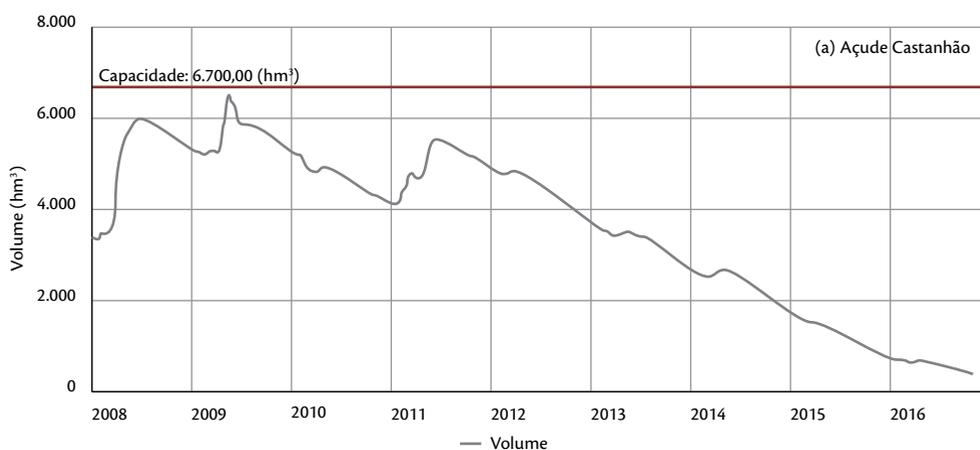
A Tabela 2 mostra essa distribuição por bacias hidrográficas em fevereiro de 2017. Os dados dos gráficos 3 e 4 representam o comportamento dos dois principais reservatórios do Estado (Castanhão e Orós) diante do período de seca, desde o segundo semestre de 2011 ao final de 2016. Observa-se o rebaixamento contínuo das reservas hídricas de ambos os reservatórios.

**Tabela 2.** Situação dos açudes monitorados no Ceará em fevereiro de 2017, por bacia hidrográfica

Bacia	0%-10%	10%-30%	30%-50%	50%-80%	80%-100%	Total	Volume morto	Seco
Alto Jaguaribe	16	5	2	1	0	24	7	5
Salgado	9	5	1	0	0	15	3	0
Banabuiú	17	1	0	1	0	19	7	9
Médio Jaguaribe	14	1	0	0	0	15	7	6
Baixo Jaguaribe	1	0	0	0	0	1	1	0
Acaraú	10	2	2	1	0	15	3	3
Coeaú	4	4	2	0	0	10	2	1
Curu	12	1	0	0	0	13	4	6

Bacia	0%-10%	10%-30%	30%-50%	50%-80%	80%-100%	Total	Volume morto	Seco
Sertões de Crateús	9	0	1	0	0	10	4	4
Metropolitanas	14	2	2	1	1	20	9	2
Litoral	5	4	0	1	0	10	2	1
Serra da Ibiapaba	0	1	0	0	0	1	0	0
Total	111	26	10	5	1	153	48	38

Fonte: Cogerh.



Gráficos 3 e 4. Comportamento dos reservatórios de Castanhão e Orós, respectivamente, diante do período de seca, desde o segundo semestre de 2008 ao final de 2016. A linha vertical representa o início do referido ano

Fonte: Cogerh/Funceme.

### 3. Impactos da seca no abastecimento de água

Em termo de abastecimento de água, em 2010, 2012 e 2013, as primeiras localidades afetadas foram as pequenas comunidade rurais, uma vez que a maioria não conta com fontes hídricas de capacidade plurianual, além de explorar atividades econômicas diretamente dependentes das chuvas, como a agricultura de sequeiro e a pecuária.

Os maiores centros urbanos e o setor de agricultura irrigada, por estarem integrados aos maiores reservatórios e seus respectivos rios perenizados, começaram a sentir um maior impacto em 2013, quando houve significativa redução da oferta hídrica, inicialmente, para os perímetros irrigados de Curú-Paraipaba e Curú-Pentecoste. Ao final de 2016, dos oito grandes perímetros públicos de irrigação no Ceará, apenas dois ainda mantinham suprimento hídrico suficiente para operar, porém, com menos de 50% da sua capacidade.

O abastecimento das áreas urbanas e rurais foi afetado progressivamente, à medida que os açudes baixavam suas reservas ou secavam. Isso exigiu do Estado maior esforço em termos de políticas de resposta aos efeitos da seca, sobretudo com ações inovadoras de abastecimento emergencial, como o programa de Adutoras de Montagem Rápida (AMR) e o aumento expressivo da perfuração de poços para abastecimento de centros urbanos, alternativa que historicamente era adotada apenas para a zona rural. Houve recordes também na operação carro-pipa, tanto na zona rural, executada pelo Exército Brasileiro, como em áreas urbanas, operada pela Defesa Civil Estadual.

Desde que as principais cidades do Estado do Ceará passaram a ser abastecidas predominantemente a partir de açudes, no início da década de 80 – antes existiam muitas sedes municipais abastecidas através de sistemas de água subterrânea –, não se observa uma crise tão grave nos sistemas de abastecimento nesses centros urbanos.

O problema começou a se agravar em 2012, quando cerca de 20 cidades registraram risco de crise de abastecimento classificado entre médio e alto. Entre essas localidades, estavam os principais municípios do Maciço do Baturité, incluindo Guaramiranga, Palmácia e Pacoti. Havia, ainda, cidades com risco de crise nas bacias do Médio Jaguaribe, como Pereiro, Potiretama e Alto Santo; e entre os sertões de Crateús e o sul da bacia do Acaraú, como Quiterianópolis, Catunda e Nova Russas; além da bacia do Curú, onde cidades como Irauçuaba e Itapajé eram as mais afetadas. Em 2013, cidades maiores como Tauá, Crateús, Canindé, Acopiara e Coreaú estavam ameaçadas de colapso. Naquele período, o Estado não contava com alternativas, como as adutoras de montagem rápida e a perfuração de poços em zonas urbanas, que posteriormente possibilitaram a solução emergencial para diversas sedes municipais em risco de desabastecimento. Além disso,

considerando o porte dessas cidades, não era tarefa fácil o abastecimento emergencial por meio de carros-pipa.

A situação de extrema gravidade exigiu dos técnicos do Estado ligados à questão hídrica, sobretudo da Cogerh, da Superintendência de Obras Hidráulicas (Sohidra), da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (Cagece) e da Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH), a proposição de alternativas que pudessem evitar o colapso em razão da escassez hídrica, em um curto espaço de tempo - algumas cidades requeriam uma solução em três meses. Diante desse desafio, foi apresentada, com base em experiências anteriores de técnicos da Cagece e da Sohidra em pequenas comunidades em crise, a alternativa de Adutoras de Montagem Rápida (AMR). Essa solução consiste em adutoras montadas em prazo bem mais curto que o sistema convencional. Ainda em 2013, a construção de AMR evitou o colapso em 11 cidades, incluindo as importantes localidades citadas anteriormente.

A partir de 2014, quando diversos centros urbanos em risco de colapso não tinham, dentro de um raio de distância viável, açudes com reserva para viabilizar a construção de AMR, o governo do Estado, por meio da Sohidra, optou por intensificar o programa de perfuração de poços em áreas urbanas. Embora esse programa atendesse, a princípio, a um perfil de abastecimento em zona rural e os gestores públicos tivessem conhecimento sobre o baixo potencial hídrico dos solos de embasamento cristalino, típicos da maioria das cidades em crise, a proximidade do colapso e as perspectivas climáticas desfavoráveis levaram a um esforço inédito, por meio de estudos voltados à locação e perfuração, mesmo em regiões com reduzida aptidão para poços.

Nas cidades onde a vazão produzida por poços era bem inferior à demanda emergencial local, era recomendada a complementação com a operação pipa, sendo também comum a adoção mais drástica de redução do consumo, assim como o racionamento, por meio de rodízio entre setores da área urbana. Desse modo, o programa de perfuração de poços da Sohidra foi ampliado, de 261 perfurações, em 2012, para 1986 poços, em 2016, o recorde até o momento.

A Figura 2 mostra o retrato da crise de abastecimento em centros urbanos cearenses, em outubro de 2016. A Tabela 3 mostra um balanço das cidades com risco de crise hídrica ao longo da seca, entre 2012 e 2016.

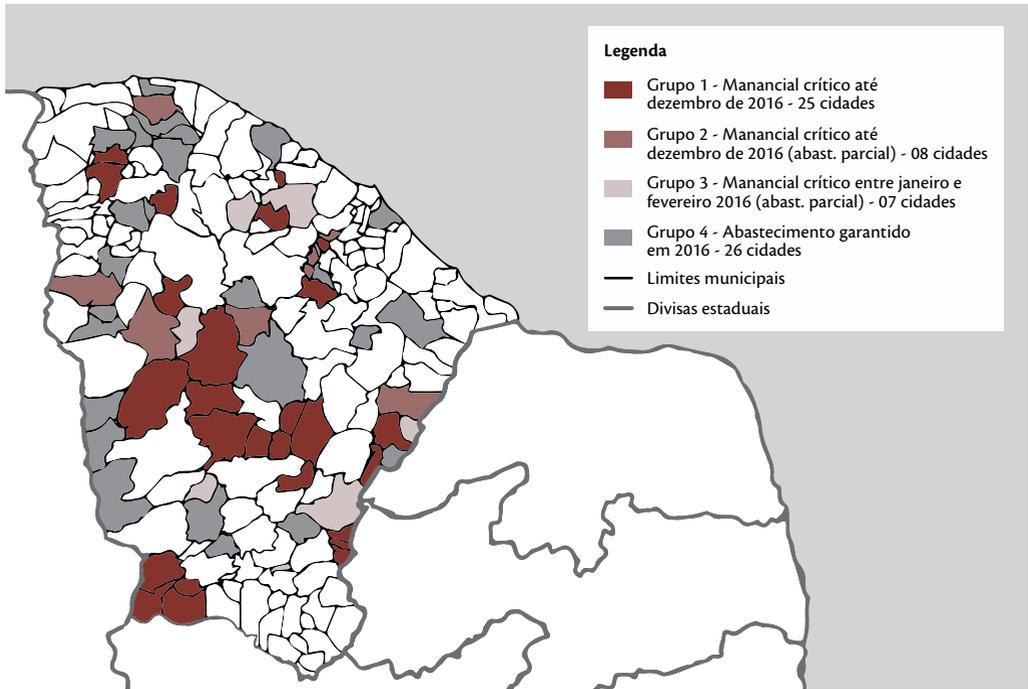


Figura 2. Mapa síntese da situação hídrica dos municípios do Ceará, em outubro de 2016

Fonte: Cogerh/SRH.

Tabela 3. Balanço das cidades com risco de crise hídrica ao longo da seca, entre 2012 e 2016

Situação de abastecimento	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Alerta	02	-	02	10	9	07
Criticidade média	06	10	08	08	11	08
Criticidade alta	06	10	12	08	23	26
Crise solucionada	-	08*	19*	26*	40*	62*

Nota: \* quantitativos acumulados entre 2012 e 2016.

Fonte: Cogerh/SRH.

Algumas cidades, cujos açudes secaram completamente, tiveram que enfrentar dias com abastecimento exclusivo por carro-pipa, até que outra solução, como AMR ou poços fosse viável. Cidades como Irauçuba, Pereiro, Quiterianópolis e Jaguaratama passaram por essa situação. Outras cidades, devido à insuficiência da água produzida por poços, tiveram o seu abastecimento complementado por carro-pipa ou chafarizes alimentados por poços de pequena vazão em logradouros públicos. É emblemático o caso de Boa Viagem, que chegou a ter mais de 140 poços perfurados na sua área urbana, a maior quantidade construída para uma cidade ao longo de 5 anos de seca, e mesmo assim sem ter conseguido atender sequer 30% da demanda municipal. Ainda nos dias atuais, a cidade convive com o rodízio e a complementação de abastecimento por meio de carro-pipa.

Estima-se que, entre 2012 e 2016, 35 sedes municipais tenham tido o colapso evitado por meio de AMR e cerca de 30, por meio de poços. Posteriormente, parte das cidades com risco de abastecimento teve o problema amenizado ou suspenso por recarga natural de seus mananciais principais. Ainda que essa reposição, em muitas localidades, tenha gerado garantia hídrica temporária, houve casos de retorno ao estado de crise. Houve, ainda, diversos casos em que o segundo manancial, utilizado para suprir a cidade por meio de AMR, também secou, requerendo outra forma de abastecimento emergencial. O mesmo ocorreu com poços que, ao longo da seca, tiveram redução da vazão inicial, inviabilizando o abastecimento e requerendo perfuração de novos poços ou a busca de novas alternativas. Devido a uma das características vantajosas da AMR, ou seja, sua montagem rápida, em cerca de dez situações, foi possível deslocar todo o sistema adutor de uma localidade para outra em crise por falta de água. Isso se deu em decorrência da recuperação do manancial principal ou porque o açude alternativo, fonte da AMR, também veio a secar.

A dimensão dos impactos da seca sobre o abastecimento das comunidades rurais pode ser avaliada pelos números da operação pipa no Estado do Ceará. Ficou estabelecido que a distribuição de água para comunidades rurais seria realizada pelo Exército Brasileiro, enquanto o atendimento aos centros urbanos seria executado pela Defesa Civil do Estado, sendo ambas as iniciativas realizadas com recursos provenientes da Defesa Civil Nacional.

A Tabela 4 mostra os números da operação executada pelo Exército Brasileiro entre 2012 e 2016, ficando evidente o agravamento do problema a cada ano, sendo que o recorde da operação foi alcançado em 2016.

**Tabela 4.** Operação carro-pipa executada pelo Exército Brasileiro no Ceará, entre 2012 e 2016

Reservatório	2012	2013	2014	2015	2016
População atendida	648.162	810.877	858.636	874.147	957.464
Pontos de abastecimento	7.744	9.682	11.290	14.510	15.997
Quantidade de veículos	726	1.010	1.166	1.550	1.708

Nota: O Exército Brasileiro atua em distritos e comunidades rurais e a Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (Cedec) do Ceará, ou seja, a Defesa Civil Estadual, apenas em sedes municipais. Atualmente, a Cedec atua em sete cidades.

Fonte: Exército Brasileiro.

## 4. Impactos na agricultura irrigada e de sequeiro

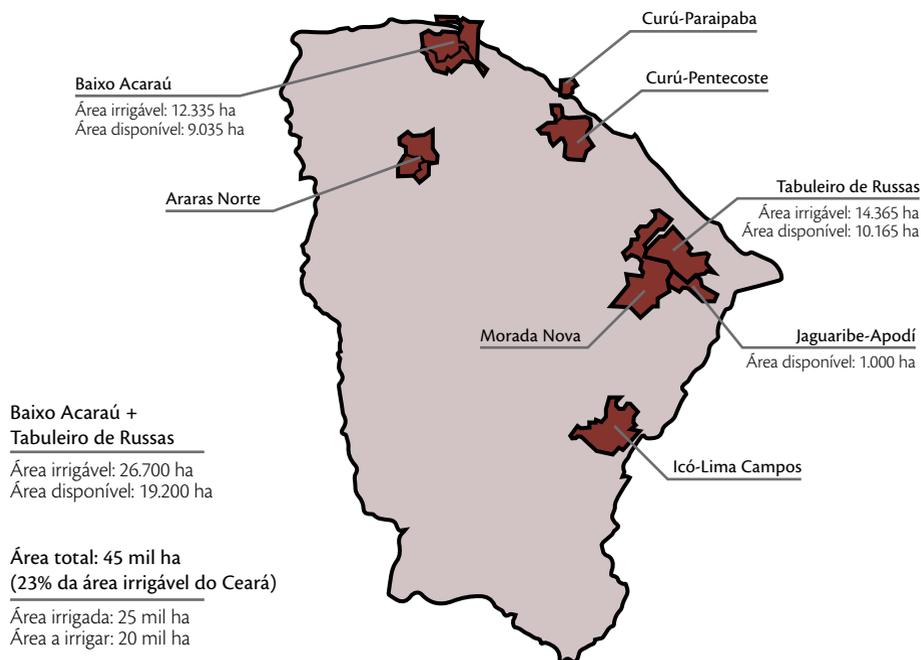
Um dos principais benefícios da ampliação da extensão dos rios perenizados no Ceará foi a expansão da agricultura irrigada, tanto no setor privado quanto nos perímetros públicos irrigados mais modernos (Baixo Acaráu e Tabuleiro de Russas), destinados, por meio de licitação, à iniciativa privada (lotes empresariais). Os lotes também são disponibilizados a pequenos produtores, reassentados e profissionais de Ciências Agrárias. O próprio início das atividades dos perímetros modernos - que contam com métodos de irrigação mais eficientes em relação ao consumo de água - reforçou a expansão da agricultura irrigada.

Nos últimos dez anos, o Ceará assistiu, ainda, ao estabelecimento de grandes empresas voltadas para a exportação de produtos agrícolas, que investiram, sobretudo, no Vale do Jaguaribe, instalando infraestrutura moderna de produção de grande porte, ocasionando aumento da geração de emprego e renda.

Contudo, a seca desses últimos anos atingiu os principais reservatórios do Estado responsáveis pelo abastecimento de oito grandes perímetros públicos de irrigação, instalados pelo Dnocs (Figura 3), impactando fortemente essa atividade.

Em 2013, os perímetros da bacia do Curú, Curú-Pentecoste e Curú-Paraipaba sofreram forte redução da oferta hídrica e, no ano seguinte, foi totalmente suspenso o fornecimento de água a partir dos principais reservatórios que os abastecem. Em 2014, a redução foi imposta aos

perímetros do Vale do Acaraú. Em 2015, foi totalmente suspenso o suprimento de água para o perímetro do Baixo Acaraú, enquanto o perímetro Araras Norte manteve apenas uma fração da área com culturas perenes irrigadas. Impacto semelhante ocorreu em relação ao perímetro Icó-Lima Campos, que praticamente suspendeu suas operações entre 2015 e 2016. O perímetro de Morada Nova, após forte redução em 2014, teve o suprimento de água suspenso em 2015, permanecendo nessa condição em 2016.



**Figura 3.** Mapa com a localização dos oito perímetros públicos irrigados do Ceará

Fonte: Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará (Adece).

Entre 2015 e 2016, foi crescente a redução da disponibilidade hídrica para os dois perímetros do Vale do Jaguaribe: o Distrito de Irrigação do Tabuleiro do Norte e o do Jaguaribe-Apodí, que dependem do açude Castanhão. Esses perímetros enfrentam um desafio adicional, pois, ao longo dessa seca, tem sido crescente a transferência de água do açude Castanhão para a Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), cujo sistema de açudes locais está com reserva crítica. Com isso, a prioridade legal para o abastecimento humano em tempos de escassez hídrica torna mais difícil a garantia de suprimento para esses perímetros.

A Tabela 5 mostra a redução da disponibilidade hídrica para os principais perímetros irrigados do Estado ao longo do período 2011-2016.

**Tabela 5.** Disponibilidade hídrica para os principais perímetros irrigados do Ceará entre 2011 e 2016.

Perímetro irrigado	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Tabuleiro de Russas Fonte: Açude Castanhão		2,80	2,50	2,20	2,02	1,35
Jaguaribe-Apodi Fonte: Açude Castanhão		5,00	5,50	5,00	2,74	1,83
Morada Nova Fonte: Açude Banabuiú		5,0	4,2	2,5	0	0
Araras-Norte Fonte: Açude Araras	0,8	1,0	0,9	0,42	0,17	0,1
Baixo-Acaraú Fonte: Açude Araras	1,7	1,5	2,0	1,27	0	0
Curu-Pentecoste Fonte: açude General Sampaio, Pentecoste		2,2	1,45	0	0	0
Curu-Paraipaba Fonte: Açude Pentecoste, Caxitoré		1,95	1,2	0	0	0
Ico-Lima Campos Fonte: Açude Orós, Lima Campos		3,5	3,2	2,4	0,70	0,30
Vazões anuais (m <sup>3</sup> /s)		22,95	20,95	13,79	5,57	3,68

Nota: Dados relativos à alocação no segundo semestre de cada ano.

Fonte: Cogerh.

A variabilidade espacial e temporal da precipitação, típica das regiões semiáridas, e a recorrência das secas afetam drasticamente as populações que dependem da agricultura de sequeiro para subsistir. Assim, o padrão de distribuição de precipitação durante a estação chuvosa e a ocorrência de veranicos afetam diretamente a perda das colheitas e, como esperado, as maiores perdas tendem a ser observadas durante os anos mais secos (SAKAMOTO *et al.*, 2015).

No Ceará, o acompanhamento da safra de sequeiro é realizado pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará (Ematerce), que monitora mensalmente (de janeiro a julho) as áreas plantadas e as safras produzidas. As informações são baseadas em pesquisas de campo realizadas junto aos agricultores familiares, em uma amostra representativa dentre aqueles que são

assistidos pelas ações de Assistência Técnica Rural (Ater), em 182 dos 184 municípios do Estado (Eusébio e Fortaleza não são considerados, pois a agricultura de sequeiro é pouco representativa nesses municípios) e seus distritos. Os dados coletados são discutidos em reuniões municipais com lideranças sindicais e outros parceiros locais, obtendo-se, assim, uma efetiva participação dos atores principais da agricultura familiar na análise e avaliação dos dados coletados.

As principais culturas desenvolvidas na agricultura de sequeiro no Ceará e a produção estimada no início de cada de cada ano, de 2010 a 2016, são apresentadas na Tabela 6. Milho e feijão são as principais culturas e respondem, em média, por 96% da safra de grãos de sequeiro. O milho é o principal grão e responde por cerca de 75% da produção, seguido do feijão, com cerca de 20%. As demais culturas - algodão herbáceo, amendoim, arroz, girassol, mamona e sorgo - respondem pelos 5% restantes. A partir de 2013, o girassol não foi mais contabilizado nas análises. Entre 2010 e 2016, a mandioca respondeu, em média, por cerca de 37% da produção de sequeiro. Em 2012, sua participação na produção de sequeiro era estimada em mais de 46%, caindo para cerca 32%, em 2016.

**Tabela 6.** Produção estimada das principais culturas desenvolvidas pela agricultura de sequeiro no Ceará, desde 2010 a 2016

Cultura	Produção estimada (*1000 toneladas)						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Grãos	1.408.40	1.388.30	1.045.93	1.116.60	990.71	889.08	889.77
Algodão herbáceo	3.72	4.22	2.64	2.12	0.83	0.47	0.52
Amendoim	1.16	1.17	1.15	0.91	0.59	0.59	0.49
Arroz	43.77	45.05	32.10	25.09	16.56	9.63	7.09
Feijão	282.56	267.67	212.98	230.61	207.23	193.55	190.00
Girassol	0.83	1.20	0.04				
Mamona	24.63	29.83	17.17	12.44	7.85	7.79	5.40
Milho	1.048.15	1.036.04	777.31	842.55	754.91	674.30	683.14
Sorgo	3.57	3.12	2.56	2.88	2.75	2.75	3.14
Mandioca	736.42	886.75	905.35	612.95	600.41	509.60	415.69
Total	2.144.82	2.275.04	1.951,28	1.729.55	1.591.13	1.398.68	1.305.46

Fonte: Ematerce.

Em 2010, as chuvas no Ceará, durante a quadra chuvosa, ficaram 49,7% abaixo da normal climatológica e foram distribuídas de forma irregular no tempo e no espaço. As áreas preparadas para plantio, na maior parte do Estado, não apresentaram umidade necessária para o início dos plantios até a segunda quinzena de março, quando as precipitações se intensificaram. Mesmo com a chegada das chuvas, cerca de 30% do total da área preparada não apresentou condições de plantio. Nas áreas efetivamente plantadas, no entanto, os veranicos que se sucederam ao longo da quadra chuvosa foram prolongados e, embora tenham sido interrompidos por chuvas de pequena intensidade, causaram queda de rendimento, comprometendo seriamente a produção esperada. A safra de grãos e mandioca apresentou, em 2010, perdas significativas causadas tanto pela redução da área plantada como pela queda do rendimento das culturas. As perdas, de um modo geral, foram bastante representativas em todo o Estado, sendo maiores nos municípios dos Sertões de Inhamuns/Crateús, Cariri, Sertão Centro Sul, Sobral e Sertões de Canindé. Foram menos significativas no Litoral Extremo Oeste, Vale do Curu/Aracatiçu e Chapada da Ibiapaba.

A produção de grãos e mandioca foi 50,1% inferior à safra colhida em 2009 e 69,6% inferior a safra prevista no início de 2010 (Tabela 7). Das culturas avaliadas, o milho apresentou a maior participação no total da safra de grãos e também a maior perda: 81,3%. O feijão, segunda maior participação na produção de grãos do Estado, teve perdas de 73,3%. Por sua vez, a produção de arroz apresentou redução de 75,8%. A mandioca também sofreu perdas em torno de 51,2% na produção esperada. Esse resultado negativo da safra de sequeiro trouxe sérias implicações para a segurança alimentar dos agricultores familiares e o suporte alimentar dos rebanhos (EMATERCE, 2010).

A quadra chuvosa de 2011, por sua vez, contou com chuvas em torno da média. Entretanto, algumas áreas ainda apresentaram má distribuição das chuvas, com veranicos registrados em março, em alguns municípios, o que causou perdas na safra de grãos. A área plantada em 2011 apresentou acréscimo de 2%, comparando-se à área colhida em 2010. As áreas de girassol, mandioca, mamona e algodão herbáceo foram superiores às áreas colhidas em 2010, em 32,51%, 22,74%, 19,84% e 16,40%, respectivamente. As áreas destinadas à colheita de milho e feijão apresentaram maior participação no total de grãos, sendo de 52,15% e 41,77%, respectivamente, seguidas pela de mamona, com 3,97%, e o arroz, com 1,56%. A área de mandioca representou 6,23% do total das áreas de sequeiro.

**Tabela 7.** Perda de safra (%) estimada ao final da quadra chuvosa (2010 a 2016)

Cultura	Perda (%)						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Grãos	-79.20	-11.04	-85.85	-85.89	-49.20	-74.86	74.55
Algodão herbáceo	-53.60	-12.70	-85.77	-85.53	-33.87	-80.92	-69.97
Amendoim	-72.60	-4.23	-76.24	-82.72	-20.29	-54.13	-70.01
Arroz	-75.80	-9.07	-78.83	-81.32	-28.56	-63.26	-58.22
Feijão	-73.30	-9.87	-82.18	-81.57	-45.61	-65.77	-68.56
Girassol	-73.00	-8.88	-94.96				
Mamona	-67.00	-4.46	-86.48	-87.00	-53.11	-77.84	-69.61
Milho	-81.30	-11.66	-87.15	-87.18	-50.64	-77.64	-76.43
Sorgo	-68.90	0.00	-86.48	-89.71	-50.92	-67.75	-73.93
Mandioca	-51.20	-0.72	-50.29	-71.55	-10.05	-32.74	-24.66
Total	-69.60	-7.07	-69.37	-80.81	-34.43	-59.51	-58.66

Fonte: Ematerca.

Em 2011, a produção de grãos em sequeiro foi superior em 321,20% à safra colhida em 2010, apontando para uma safra recorde de 1.235.000 toneladas, maior ainda que a safra de 2006, que obteve 1.094.365 toneladas. O milho participou com 74,11% dessa produção de grãos, seguido pelo feijão, com 19,53%, e pelo arroz, com 3,32%. A estimativa de produção de mamona representou 2,31% do total da safra de grãos e foi superior em 250,43% à produção de 2010. A safra estimada de mandioca foi 139,4% superior à obtida em 2010 e representou 41,07% do total da safra de sequeiro esperada para 2011. Considerando a safra total de sequeiro (grãos e mandioca), estimada para 2011 em 2.095.541 toneladas, esta superou em 221,03% a produção colhida em 2010. Conforme mostra a Tabela 7, as variações negativas registradas de 11,04% do total da safra de grãos e 0,72% na safra de mandioca totalizam perdas médias de 7,07% na safra de sequeiro do Estado (EMATERCE, 2011).

No ano de 2012, dos 182 municípios avaliados - considerando a safra de grãos e mandioca -, 166 sofreram perdas maiores que 50%, sendo que, destes, 87 municípios sofreram perdas acima de 80%. Considerando apenas a safra de grãos, 181 municípios sofreram perdas maiores que 50%, sendo que, destes, 114 municípios tiveram perdas acima de 80%. Este quadro, provocado, principalmente, pela baixa pluviosidade (quadra chuvosa com 49,6% abaixo da normal

climatológica) e ocorrência de veranicos prolongados, representou a pior safra em 17 anos, segundo Ematerce (2012).

Ainda de acordo com os dados da Ematerce (2012), a área total destinada à colheita de grãos e mandioca apresentou decréscimo de 20,23%, comparando-se à área colhida em 2011, enquanto que a área destinada à colheita somente de grãos em sequeiro diminuiu 21,51%. As áreas destinadas à colheita de milho e feijão representaram 52,25% e 42,70% do total de grãos, respectivamente, seguidas pela área de mamona, com 3,13%, e de arroz, com 1,52%. A área destinada ao plantio de mandioca representou 7,74% do total das áreas ocupadas com culturas de sequeiro. Com relação à produção de grãos, houve uma variação negativa, da ordem de 88,02%, se comparada à produção colhida em 2011, e 85,85% inferior a safra de grãos estimada no início de 2012. A produção de mandioca foi 47,82% inferior à produção colhida em 2011 e 50,29% inferior a estimada no início do ano. O total da produção de grãos e mandioca em sequeiro foi inferior em 71,51% à produção total de sequeiro colhida em 2011 e inferior em 69,37% ao total da safra estimado inicialmente (Tabela 7).

Em 2013, as chuvas no Ceará ficaram 39,3% abaixo da normal climatológica durante a quadra chuvosa. Não foi observada variação significativa da área plantada em 2013, quando comparada à de 2012. Observou-se um aumento de 6,10% no total da safra de grãos, comparada à safra obtida em 2012. As produções de feijão e milho foram superiores em 11,40% e 7,82% respectivamente, comparadas às de 2012. No entanto, considerando as altas perdas observadas na cultura da mandioca, a produção total das culturas de sequeiro (grãos + mandioca) em 2013 foi inferior em 44,45% a do ano anterior. Considerando o total da produção projetada no início dessa quadra chuvosa (Tabela 7), verificou-se que, devido à redução expressiva das áreas de plantio e às altas perdas nos rendimentos das culturas (68,75%), houve uma redução geral de 85,89% na safra de grãos e de 71,55% na safra de mandioca, resultando numa perda de 80,81% no total da safra de sequeiro, com relação à primeira projeção de 2013. Constatou-se que a variação (perda ponderada) nos rendimentos de todas as culturas de sequeiro (grãos e mandioca) foi de 68,75%, sendo de 76,29% as perdas totais dos grãos e 58,96% a perda no rendimento da cultura da mandioca (EMATERCE, 2013).

O volume de precipitação acumulado durante a quadra chuvosa de 2014 foi cerca de 23,4% abaixo da normal climatológica do período. Observou-se um aumento médio de 35,01% das áreas plantadas em 2014, com relação à área colhida em 2013, embora tenham diminuído em 9,38% com relação à primeira estimativa do ano. Esta variação da área em relação às estimativas iniciais ocorreu porque as chuvas, na maioria dos municípios, iniciaram a partir da segunda quinzena de março, com ocorrência de veranicos extensos. Verificou-se que, na área destinada à colheita, o milho e o feijão tiveram maiores participações, com 53,72% e 43,64%, respectivamente,

seguidos pela mamona com 1,46%. A área destinada à colheita de mandioca representou 6,14% do total das áreas em sequeiro. Com relação à produção de 2014, os dados mostram um aumento médio de 214,31% no total da safra, quando comparada à safra obtida em 2013. Se considerarmos apenas a produção total de grãos, o crescimento foi de 219,38%, enquanto a cultura da mandioca teve produção estimada superior em 209,72%, quando comparada a obtida no ano anterior. É importante lembrar que 2013 teve uma das piores safras dos últimos 50 anos, tendo registrado perdas de 85,89% na safra de grãos e 71,55% na safra de mandioca totalizando perdas de 80,81% (grãos + mandioca). Em 2014, verificou-se que as variações negativas de produção com relação às primeiras projeções de safra do ano totalizam 34,43% (Tabela 7) e são resultantes da diminuição da área plantada, em 9,38%, e das perdas de rendimento das culturas, em 28,24% (EMATERCE, 2014).

Com desvio percentual de -30,3%, a quadra chuvosa de 2015 também configurou-se abaixo da normal climatológica. Segundo a Ematerce (2015), o total das áreas das culturas de sequeiro apresentou, nesse mesmo ano, desvio médio de -0,79% em relação à área colhida em 2014. As áreas ocupadas com grãos tiveram pequeno desvio positivo de 0,39%, comparadas ao ano anterior, principalmente por causa das áreas colhidas de feijão e milho, que foram ligeiramente superiores às colhidas em 2014 e, também, em razão das reduções representativas nas culturas do algodão (-56,42%), do arroz (-31,26%), do amendoim (-10,29%) e da mandioca (-18,85%). No decorrer de 2015, houve redução de 5,64% nas áreas ocupadas com grãos e de 10,58% na área para a cultura da mandioca, gerando uma redução média de 5,90% no total das áreas de sequeiro. Milho e feijão tiveram maior participação no total de grãos, 53,56% e 44,16%, respectivamente, seguidos pela mamona com 1,39%. A área destinada à mandioca representou 5,03% do total das áreas em sequeiro. Com relação à produção, em 2015, os dados mostraram uma redução média de -45,72% no total da safra, quando comparada à obtida em 2014. Considerando apenas a produção total de grãos, observou-se uma redução de -55,59%, enquanto a cultura da mandioca teve produção inferior em -36,53%, quando comparada aquela obtida em 2014. Em comparação às primeiras projeções de safra de 2015, houve uma perda média de -59,51% (Tabela 7) decorrente da redução da área plantada, em -5,90%, e das perdas médias de rendimento das culturas, em -56,17% (EMATERCE, 2015).

Sob influência de um intenso *El Niño*, a quadra chuvosa de 2016 encerrou com 45,5% de precipitação abaixo da normal climatológica. As áreas preparadas para plantio, na maioria das regiões, não obtiveram a umidade necessária para esta etapa do cultivo antes da segunda quinzena de março, quando as precipitações se intensificaram. E mesmo com a chegada das chuvas, parte do Estado não alcançou condições de plantio, reduzindo a expectativa da produção de grãos e mandioca em sequeiro. Nas áreas efetivamente plantadas, os veranicos

foram prolongados, causando perdas no rendimento e comprometendo seriamente a produção inicialmente projetada. As consequências dessa baixa pluviometria, de forma mais acentuada nas áreas do Baixo Jaguaribe, Litoral Leste, Cariri Oeste e Sertões de Canindé, provocaram, além das perdas nos rendimentos das culturas, o agravamento na situação do abastecimento d'água para consumo humano e animal e, ainda, a insuficiência das pastagens para os rebanhos.

A produção agrícola de grãos de sequeiro e mandioca, em 2016, foi 58,66% inferior à safra estimada no início do ano, sendo que a perda, considerando apenas os grãos, alcançou cerca de 74,55%. A safra de mandioca apresentou, nesse período, desvio negativo de 24,66% com relação às primeiras estimativas (Tabela 7). Esses resultados refletem a perda nos rendimentos (55,30%, em média) decorrente das diferenças entre áreas estimadas e efetivamente plantadas (8,21%, em média). Essas perdas foram causadas pela redução da área plantada e, principalmente, pela queda do rendimento das culturas ocasionada pelo estresse hídrico. Das culturas avaliadas, o milho teve a maior participação no total da safra de grãos, 71,10%, mas, também apresentou perdas de 76,43%. O feijão, segunda maior participação na produção de grãos do Estado, 26,38%, apresentou perdas avaliadas em 68,56%. O arroz apresentou perdas de 58,22%, o amendoim, 70,01% e o algodão herbáceo, 69,97%. A cultura da mandioca apresentou perdas avaliadas em mais de 24% (EMATERCE, 2016).

Sakamoto *et al.* (2015), analisando as perdas de safra e as condições climáticas, observou que, independentemente da qualidade da estação chuvosa (seca, normal ou chuvosa), as maiores perdas são normalmente registradas na sub-região do Sertão Central e Inhamuns. Essa é a localidade mais seca do Estado e apresenta maior número de veranicos, sendo estes mais extensos que os eventos observados nas demais regiões do Ceará. Portanto, essa região, em particular, é uma das mais vulneráveis às secas.

## 5. A atuação do governo do Estado para mitigar os efeitos seca no Ceará

No Estado do Ceará, a grande maioria das sedes municipais e todos os perímetros irrigados implantados pelo Dnocs são abastecidos por açudes, seja por meio de captação direta da água na bacia hidráulica desses reservatórios, de canais de adução ligados ao reservatório ou dos rios perenizados artificialmente por esses reservatórios. Em anos considerados normais em termos de suprimento das diversas demandas hídricas, a partir dessa infraestrutura de reserva, podemos alcançar cerca de 2,5 mil quilômetros (km) de rios perenizados durante

o segundo semestre. Com o aumento da restrição hídrica, dado o avanço da escassez, essa extensão tem sido drasticamente reduzida, afetando os perímetros irrigados, a irrigação difusa ao longo dos rios, o abastecimento de comunidades ribeirinhas e dos centros urbanos providos a partir desses sistemas hídricos.

A definição da quantidade e do período em que a água vai ser disponibilizada para esses usos é feita, no Ceará, de forma participativa e democrática, por meio do processo, realizado nos 12 comitês de bacia, de alocação negociada de água. A Cogerh, além de atuar como secretaria executiva desses comitês, fornece, a partir de estudos e simulações sobre a situação das reservas hídricas, os subsídios técnicos necessários aos colegiados para a tomada de decisão.

Com o agravamento da crise, a redução das vazões deliberadas tem provocado grave impacto nos setores consumidores de água. Essas reduções de vazão podem ser vistas na Tabela 8. De forma complementar, a Tabela 9 mostra a consequência dessas reduções na extensão dos trechos perenizados dos rios, que diminuiu cerca de 78% desde 2011. Vale observar que, além da redução da extensão, ocorre a diminuição da vazão disponível no trecho ainda abastecido.

**Tabela 8.** Redução das vazões dos principais açudes do Ceará, em metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ), entre 2011 a 2016

Reservatório	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Castanhão	20.0	32.0	34.16	28.0	22.0	15.0
Orós	7.7	9.2	8.5	7.0	4.0	NA
Banabuiú	10.0	9.0	9.0	7.5	0.08	0.12
Araras	5.4	5.0	4.5	3.0	0.52	0.45
Pentecoste	3.36	2.6	1.4	0.07	0.065	0.045
General Sampaio	1.8	1.4	1.2	0.15	0.15	0.12
Caxitoré	1.68	1.5	1.3	0.16	0.1	0.07
Vazões anuais ( $m^3/s$ )		60.7	60.1	45.9	26.9	15.8

Nota: N.A. – Não se aplica, pelo fato de o açude Orós estar em operação excepcional, com transferência de água para o açude Castanhão.

Vazões aprovadas por meio de alocação participativa.

Entre 2013 e 2014, o Açude Banabuiú contribuiu para o abastecimento da Região Metropolitana de Fortaleza.

Fonte: Cogerh.

**Tabela 9.** Extensão dos trechos perenizados de rios no Ceará entre 2011 a 2016

Situação de reserva	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Número de açudes monitorados	138	142	147	150	154	153
Número de rios perenizados	88	89	71	52	29	28
Extensão da perenização (km)	2.535	2.479	2.166	1.460	680	557
Redução da extensão	0%	2.2%	14.5%	42.2	73.2	78.0

Fonte: Cogerh.

Este é o cenário que melhor expressa a gravidade dos efeitos da seca no Ceará, cuja consequência é a crise de abastecimento em comunidades e centros urbanos, com dificuldades sem precedentes nas atividades da agricultura irrigada, o que culminou com a suspensão do suprimento de água para quase todos os perímetros públicos irrigados do Estado. Vale ressaltar que a grande maioria desses perímetros não possui fontes hídricas alternativas, pois encontra-se em regiões geológicas de embasamento cristalino, caracterizadas por aquíferos que resultam em poços de baixas vazões e com elevado teor de sais.

## 6. Conflitos pela água

Diante desse panorama, tem se observado, ao longo dessa seca plurianual, o aumento dos conflitos relacionados à liberação e ao uso de água dos açudes em melhor situação hídrica. Especificamente, as reuniões referentes à alocação de água, realizadas anualmente ao final da estação chuvosa, têm se notabilizado por discussões acaloradas e confrontos verbais que evidenciam necessidades e interesses locais daqueles que se sentem prejudicados por, eventualmente, ter que ceder água de açudes em suas bacias hidrográficas e, assim, no seu entender, amargar prejuízos socioeconômicos.

Os conflitos pela água têm sido identificados no Estado desde o início do século 20. Há registros relacionados aos rios Pacoti e Acarape, na década de 1920, e, mais recentemente, ao sistema Orós/Lima Campos e à própria interligação das bacias entre a Região do Jaguaribe e a Região Metropolitana de Fortaleza (PINHEIRO, 2002).

Especificamente na área de interligação dessas bacias, representantes do Vale do Jaguaribe têm relutado em aumentar ou mesmo manter a vazão do açude Castanhão para abastecer a região metropolitana da capital do Estado, sob a alegação de que a população das imediações do Jaguaribe sai prejudicada social e economicamente por suprir água à capital.

Em artigo publicado por Pereira e Cuellar (2015) sobre os conflitos pela água no Baixo Jaguaribe, na seca de 2012 a 2014, o secretário municipal de Agricultura de Russas, Nilson Mendonça, ressaltava: “Há desperdício no consumo de água em Fortaleza, as pessoas nos apartamentos abrem a torneira à vontade sem saber a situação dos reservatórios. Um banho que deveria gastar 50 litros acaba gastando 500 litros. O governo do Estado precisa conscientizar a população para não desperdiçar a água que vai daqui pra lá”.

O secretário temia um colapso na produção do Perímetro Irrigado do Tabuleiro de Russas por causa da redução do volume de água do açude Castanhão, que estava com 30% da sua capacidade em setembro de 2014. É importante ressaltar que, em junho de 2017, o Castanhão chegou a apenas 5,4% de sua capacidade hídrica.

Pereira e Cuellar (2015) observam que, embora o discurso dos entrevistados do Baixo Jaguaribe aponte que “a população da Região Metropolitana de Fortaleza desperdiça a água que passa pelo território dela”, o próprio mal uso de água na agricultura irrigada, por meio de práticas como inundação, entre outras, não é, no entanto, considerado com a mesma gravidade. Segundo os autores, em situações de escassez, prevalece a cobrança de soluções aos órgãos públicos responsáveis pela gestão dos recursos hídricos. Pereira e Cuellar não perceberam esforços, entretanto, nas comunidades do Baixo Jaguaribe, para adotar ou propor práticas de uso racional e eficiente da água. Apesar da frequente escassez de água, não se observou, ainda, uma mudança de comportamento por parte da maioria da população, no sentido de economizar água.

## 7. Ações para mitigar os efeitos da seca

Assim, à medida que a seca persiste, as soluções estruturais implementadas ao longo de vários anos, embora indispensáveis, têm se revelado insuficientes para suportar esses eventos climáticos adversos. Nesse sentido, a natureza e a severidade dessa seca plurianual no Ceará despertaram, no poder público, a necessidade de uma mudança de paradigma na gestão das secas, resultando na adoção de uma visão proativa, direcionada a tratar as vulnerabilidades, e não os sintomas, a partir de mecanismos para melhor monitorar e antecipar esses eventos. Essa

nova visão também tem orientado e tornado mais objetivas, eficientes e eficazes as iniciativas de preparação e alívio referentes aos efeitos da seca. Tais medidas destinam-se a aumentar a resiliência à seca, por meio de três conjuntos de ações ou pilares: monitoramento robusto e previsão/alerta precoce; melhor compreensão das vulnerabilidades/resiliência e impactos; e um planejamento da resposta mais coordenado e sistemático, além do desenvolvimento de uma estratégia de mitigação de longo prazo.

### **Comitê Integrado de Combate à Seca**

O governo do Estado instituiu, por meio do Decreto n.º 30.909, de 02 de maio de 2012, o Comitê Integrado de Combate à Seca, com a atribuição de coordenar, no Ceará, as atividades de enfrentamento aos efeitos da seca e de amparo às populações atingidas por esse fenômeno. O Comitê é composto por: técnicos dos governos federal e estadual; além de representantes das defesas civis nacional e estadual; do exército; da Associação dos Municípios do Estado do Ceará (Aprece); da Federação dos Trabalhadores e das Trabalhadoras na Agricultura do Estado do Ceará (Fetraece); e da Federação da Agricultura e Pecuária do Estado do Ceará (Faec). É presidido pelo titular da Secretária Estadual de Desenvolvimento Agrário (DAS/CE) e tem como objetivos: indicar obras e serviços voltados à redução dos danos causados pela seca; acompanhar, fiscalizar e avaliar a prestação da assistência oferecida às populações atingidas pela seca; e manter a articulação com os órgãos municipais e federais envolvidos nas ações de combate à seca.

A criação de comitês com finalidades semelhantes foi incentivada pelo Ministério da Integração Nacional (MI) em todos os Estados que compõem o Semiárido brasileiro. No Ceará, a primeira reunião desse colegiado foi realizada em 7 de maio de 2012, chegando a 222 encontros semanais até junho de 2017. Desde o início dos trabalhos do Comitê, além de Fortaleza, as reuniões têm sido realizadas, de maneira itinerante, nos municípios do interior do Estado.

### **Grupo de Contingência da Seca**

O Grupo de Contingência foi criado em 2015, com o objetivo de operacionalizar as ações para o abastecimento hídrico. Suas reuniões são realizadas semanalmente, com o acompanhamento direto do chefe de gabinete do governador (Foto 1). O grupo é composto por representantes da Secretaria de Recursos Hídricos (SRH); da Superintendência de Obras Hidráulicas (Sohidra); da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme); da Defesa Civil do Estado do Ceará; da Companhia de Gestão dos Recursos (Cogerh); e da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (Cagece).



**Foto 1.** Reunião do Grupo de Contingência do Governo do Estado do Ceará

*Fonte: Marcos Studart para o Governo do Ceará.*

Como resultado das discussões e deliberações do *Comitê Integrado de Combate à Seca* e do *Grupo de Contingência da Seca*, foram adotadas iniciativas com caráter inovador e no sentido de garantir segurança hídrica a todo o território cearense. Algumas dessas medidas - como o programa de *Adutora de Montagem Rápida (AMR)*; o *Programa de construção de poços profundos, chafarizes e dessalinizadores*; a *Aquisição de comboios para perfuração de poços*; a *Tarifa de Contingência*; e o *Cinturão das Águas do Ceará (CAC)*, considerado a maior obra de infraestrutura hídrica do Estado -, são descritas a seguir.

### Programa de Adutora de Montagem Rápida - AMR

Tendo em vista a necessidade de socorrer municípios com grande risco de colapso hídrico, foi criado o programa de Adutora de Montagem Rápida (AMR). A medida tomou como base as experiências de técnicos da Cagece e da Sohdra em pequenas comunidades acometidas por crise hídrica.

A iniciativa tem apresentado resultados positivos e consiste na instalação de adutoras que são montadas em prazo bem mais curto que o sistema convencional. A agilidade se deve a algumas características desse tipo de tubulação que facilitam a sua montagem, como o material em aço corten, tratado com processo anticorrosivo, que permite a sua instalação sem necessidade de enterrar no solo. O sistema de engate também é prático, utilizando abraçadeiras com

apenas dois parafusos e acoplamento rápido com borracha de vedação. O material, além disso, é leve, permitindo o manuseio de tubos de até 300 milímetros por apenas dois homens. O seu assentamento pode ser em apoios ou diretamente no solo. Tais características facilitam os serviços de manutenção e a substituição dos tubos. Em função dessas vantagens, o programa AMR pôde beneficiar 40 sedes municipais e 14 distritos/localidades rurais.



**Foto 2.** Adutora de Montagem Rápida

Fonte: Deivyson Teixeira para o Cagece.

O programa Adutora de Montagem Rápida está dividido em fases, como demonstrado na Tabela 10.

**Tabela 10.** Fases do Programa de Adutora de Montagem Rápida (AMR)

Fases	População (hab.)	Extensão (km)	Orçamento estimado (R\$)
Fase 1 – Obras custeadas pelo governo estadual e executadas pela Cogerh	370.768	138.612	32.541.548,58
Fase 2 – Obras custeadas pelo Ministério da Integração Nacional em parceria com o governo do Estado do Ceará e executadas pela Cogerh/ Cedec-CE.	104.021	86.585	15.481.943,01

Fases	População (hab.)	Extensão 9 (km)	Orçamento estimado (R\$)
Fase 3 – Obras custeadas pelo Ministério da Integração Nacional em parceria com o governo do Estado do Ceará e executadas pela Cogeh.	286.483	417,6	149.252.453,07
Fase 4 – Obras prioritárias de caráter urgente em negociação entre o governo do Estado do Ceará/SRH e o Ministério da Integração Nacional.	103.814	125,5	49.087.980,89

Fonte: Cogeh.

### Programa de construção de poços profundos, chafarizes e dessalinizadores

Uma das ações do governo do Estado com maior repercussão é a perfuração de poços. Nesse programa, estão incluídos os estudos de prospecção geofísica, a perfuração e limpeza de poços.

O governo também tem instalado dessalinizadores em localidades onde o manancial encontrado possui um teor de sódio elevado.

A Tabela 11 expõe um resumo dos números de poços perfurados, de chafarizes e dessalinizadores instalados no Ceará pela Sohidra e a SRH, entre 2011 e 2016. Observa-se que o aumento expressivo de instalações ao longo desses anos de seca.

**Tabela 11.** Resumo das ações de perfuração de poços e instalação de chafarizes e dessalinizadores no Ceará, entre 2011 a 2016, pela Sohidra ou SRH

1.0. Poços		Ano					Total	
		2011	2012	2013	2014	2015		2016
1.1.	Poços perfurados pela Sohidra	214	261	336	592	1.150	1.720	4.273
2.0. Chafarizes		Ano					Total	
		2011	2012	2013	2014	2015		2016
2.1.	Chafarizes instalados pela Sohidra	83	88	46	0	275	524	1.016

3.0. Dessalinizadores		Ano						Total
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	
3.1.	Dessalinizadores instalados pela Sohidra	50	74	8	39	35	69	275
3.2.	Dessalinizadores instalados pela SRH	0	0	0	0	70	120	190
Total Geral								465

Fonte: Cagece.



Foto 3. Perfuração de poço em Nova Russas (CE)

Fonte: Carlos Gibaja para o Governo do Estado do Ceará.

### Aquisição de Comboios para Perfuração de Poços

O governo do Ceará também investiu na aquisição 19 comboios com capacidade para perfuração de até 200m. Os valores investidos nessa iniciativa foram de aproximadamente R\$ 34,7 milhões. Esses comboios têm as seguintes características:

- Caminhão com capacidade para 23.000 quilogramas (kg);
- Sonda rotativa pneumática;

- Compressor de 800 PCM [do inglês Pulse-code modulation (PCM) ou Modulação por Código de Pulso];
- Acessórios de manutenção e kit de peças sobressalentes (24 meses);
- Veículo de apoio com capacidade para 7.200 kg.



**Foto 4.** Comboio para perfuração de poços

*Fonte: Ariel Gomes para o Governo do Estado do Ceará.*

## Operação carro-pipa

A operação carro-pipa é realizada no Ceará da seguinte forma:

1. Para atender a localidades rurais concentradas ou dispersas, a operação é coordenada pelo Exército Brasileiro, com captações definidas pelas defesas civis municipais, podendo ser em um dos 54 terminais de abastecimento de água tratada da Cagece. Esses terminais disponibilizados para carros-pipas estão estrategicamente localizados, em todo o Estado, próximos a mananciais que possuem capacidade de abastecimento. O Exército também capta água em açudes públicos ou privados e realiza a cloração para o abastecimento dessas comunidades.
2. Para atender as áreas urbanas, a operação só é feita pela Defesa Civil Estadual, com captação exclusivamente nos 54 terminais de abastecimento de água da Cagece disponibilizados para a operação carros-pipas.

Quando o manancial de determinado sistema entra em colapso e, por essa razão, o abastecimento passa a ser alternativo, ou seja, por meio de outra fonte, ou, ainda, quando o manancial não possui segurança hídrica para atender uma cidade e às demandas de carros-pipas de uma região, a Cagece indica, na localidade mais próxima possível, outro ponto de atendimento com Estação de Tratamento de Água (ETA) e manancial.

O Ceará já contou com 110 terminais de água tratada servindo a carros-pipas. Em virtude do agravamento da seca, na atualidade, conta com 54, sendo os maiores localizados na Região Metropolitana de Fortaleza, que é responsável por 40% de toda a demanda. O Estado realiza abastecimento de Fortaleza para até 250 km de distância, tendo em vista a indisponibilidade de terminais mais próximos ou que tenham condições de atender às demandas de determinadas regiões.

### Poços de Jacó

O governo também tem realizado a escavação dos chamados poços de Jacó, em açudes e leitos de rios secos. A ação tem como objetivos o alcance e a captação da água presente nos subsolos dessas áreas, para o aproveitamento de todas as possibilidades dos mananciais.



**Foto 5.** Perfuração de poço de Jacó no leito do rio Banabuiú, na Comunidade Inharé, em Senador Pompeu (CE)

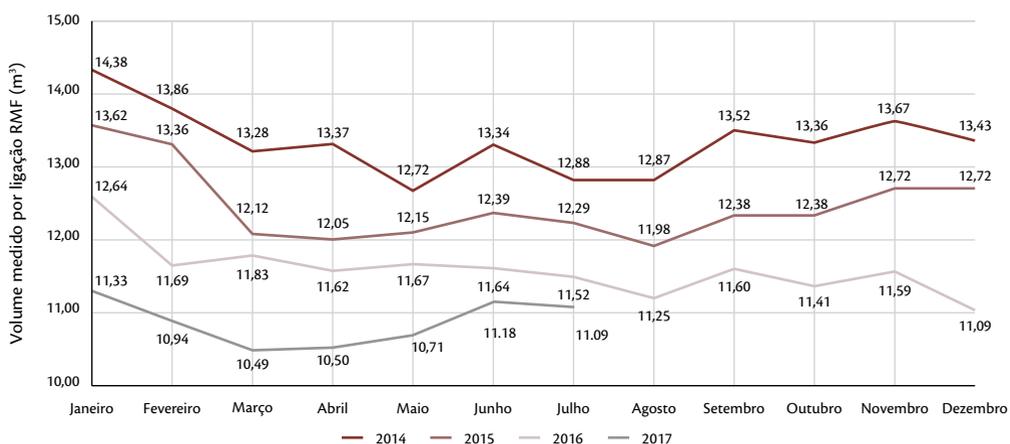
*Fonte: Paulo Ferreira para a Cogerh.*

Outra técnica utilizada para a busca de água no subsolo dos mananciais é a de rebaixamento de lençol freático que, juntamente com a captação nas poças existentes nos açudes, possibilita a captação por meio de motor bomba, ampliando, dessa forma, o acesso à água ainda presente em algumas localidades.

## Tarifa de Contingência

Com objetivo estimular a redução do consumo de água na Região Metropolitana de Fortaleza, durante período de escassez hídrica, a Cagece implantou uma Tarifa de Contingência para os clientes que não reduzirem em 10% o consumo. A tarifa entrou em vigor na capital a partir de 19 de dezembro de 2015 e sofreu uma revisão de meta para 20% em agosto de 2016. Pela nova regra, a meta continua sendo calculada a partir do consumo médio do período de outubro de 2014 a setembro de 2015, porém, reduzido de 20%. Ou seja, os clientes poderão consumir até 80% da média dos 12 meses considerados.

O mecanismo determina aplicação de multa no valor de 120% sobre as tarifas de clientes que ultrapassem a meta estabelecida. A revisão na meta de consumo para cobrança da Tarifa de Contingência faz parte das ações estratégicas apresentadas pelo governo do Estado no Plano de Segurança Hídrica da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), que tem por objetivos reduzir em 20% o consumo de água do sistema integrado de abastecimento, até a próxima quadra chuvosa, além de evitar o racionamento. O Gráfico 5 reúne dados sobre a redução que tem sido observada.



**Gráfico 5.** Volume medido em metros cúbicos (m<sup>3</sup>) por ligação na Região Metropolitana de Fortaleza

Fonte: Cagece.

## Cinturão das Águas do Ceará (CAC)

O Cinturão das Águas do Ceará (CAC), como representado na Figura 4, é a maior obra de infraestrutura hídrica da história do Ceará. Seu projeto prevê a construção de 1.300 km de canais, túneis e sifões para distribuir água a partir da transposição do rio São Francisco, em seu eixo norte. A previsão do custo do projeto é de R\$ 9 bilhões, com conclusão estimada entre 10 e 15 anos. O objetivo principal do CAC é garantir oferta de água para as 12 bacias hidrográficas do Estado. As obras do lote 1 (38 km) do Cinturão das Águas do Ceará, na Região do Cariri, chegaram a 80% de conclusão e deverão ser finalizadas no mês de agosto de 2017.

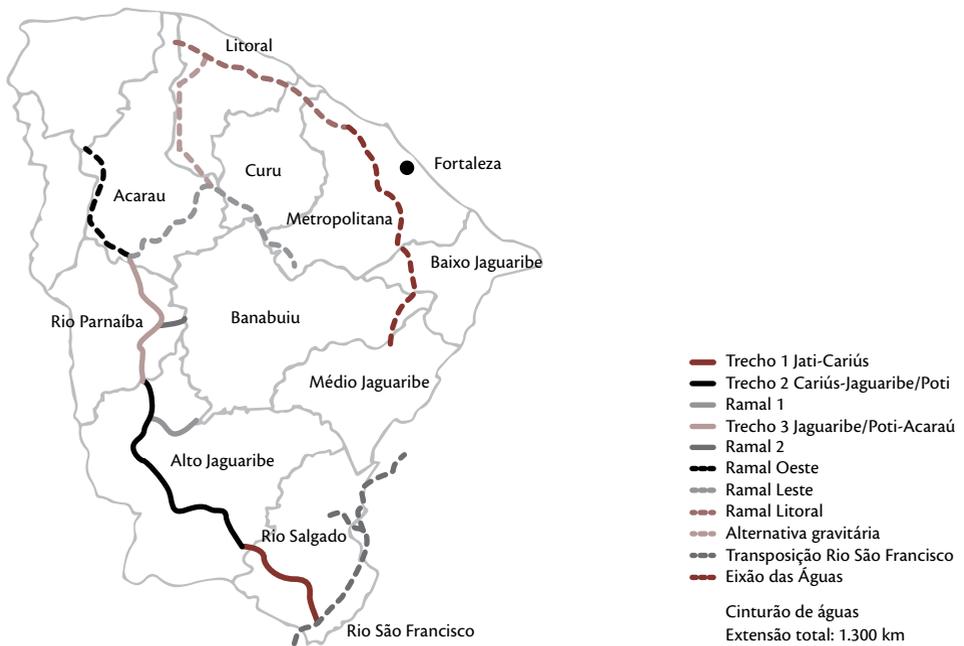


Figura 4. Mapa do projeto do Cinturão das Águas do Ceará

Fonte: SRH.

## 8. Conclusões

A população cearense, particularmente aquela sujeita ao clima semiárido, tem uma longa história de vida em meio a condições desafiadoras. Embora obras estruturantes tenham melhorado a expansão da oferta de água, quando secas extremas atingem o Estado, as obras de armazenamento e transferência de água acabam se mostrando insuficientes para o enfrentamento dos efeitos de uma longa estiagem. E, mesmo que não se observem atualmente, nos centros urbanos, os retirantes da seca, outrora chamados flagelados da seca - que eram pessoas ou famílias inteiras que migravam das regiões mais afetadas pela escassez de água para as cidades, em busca de trabalho, de ajuda das populações urbanas ou do próprio Estado -, o atendimento às comunidades difusas continua difícil e oneroso, pois ainda depende de carros-pipa.

Contudo, a seca pluriannual 2010-2017 trouxe um aprendizado importante: a necessidade de uma visão proativa, com atuação na gestão do risco e não apenas das crises associadas a esses eventos climáticos extremos, sejam estas secas em escala meteorológica, agrícola, hidrológica ou socioeconômica.

Nesse sentido, as ações que o governo do Estado tem implantado, em conjunto com a população cearense, têm ajudado a mitigar os efeitos dessa seca, preparando o Ceará para as próximas estiagens que virão em função da variabilidade climática a que está sujeito o Semiárido nordestino.

## Referências

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO CEARÁ – EMATERCE. **Relatório sobre a situação da safra agrícola de sequeiro**. 31 jul. 2010. 37 p. Disponível em: <<http://www.ematerce.ce.gov.br/index.php/publicacoes/category/38-situacao-da-producao-2010>>.

\_\_\_\_\_. **Relatório sobre a safra agrícola de sequeiro**. 31 jul. 2011. 54 p. Disponível em: <<http://www.ematerce.ce.gov.br/index.php/publicacoes/category/37-situacao-da-producao-2011>>.

\_\_\_\_\_. **Relatório sobre a situação da safra agrícola de sequeiro e situação da quadra chuvosa**. 31 jul. 2012. 57 p. Disponível em: <<http://www.ematerce.ce.gov.br/index.php/publicacoes/category/21-situacao-da-producao-2012>>.

\_\_\_\_\_. **Relatório sobre a situação da safra agrícola de sequeiro e situação da quadra chuvosa**. 31 jul. 2013. 49 p. Disponível em: <<http://www.ematerce.ce.gov.br/index.php/publicacoes/category/27-situacao-da-producao-2013>>.

\_\_\_\_\_. **Relatório sobre a situação da safra agrícola de sequeiro**. 31 jul. 2014. 34 p. Disponível em: <<http://www.ematerce.ce.gov.br/index.php/publicacoes/category/31-situacao-da-producao-2014>>.

\_\_\_\_\_. **Relatório sobre a situação da safra agrícola de sequeiro e situação da quadra chuvosa**. 31 jul. 2015. 47 p. Disponível em: <<http://www.ematerce.ce.gov.br/index.php/publicacoes/category/33-situacao-da-producao-2015>>.

\_\_\_\_\_. **Relatório sobre a situação da safra agrícola de sequeiro e situação da quadra chuvosa**. 31 jul. 2016. 52 p. Disponível em: <<http://www.ematerce.ce.gov.br/index.php/publicacoes/category/36-situacao-da-producao-2016>>.

PEREIRA, G.R.; CUELLAR, M.D.Z. 2015. **Conflitos pela água em tempos de seca no Baixo Jaguaribe, Estado do Ceará**. Estudos Avançados, v. 29, n. 84, p. 115-137. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142015000200008>>.

PINHEIRO, M.I.T. **Tipologia de conflitos de usos das águas: estudos de casos no estado do Ceará**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, 2002.

SAKAMOTO, M.S.; FERREIRA, A.G.; COSTA, A.C.; OLIVAS, E.S. **Rainy season pattern and impacts on agriculture and water resources in Northeastern Brazil.** In: ANDREU, J.; SOLERA, A.; PAREDES-ARQUIOLA, J.; HARO-MONTEAGUDO, D.; VAN LANEN, H. (Org.). *Drought: research and science-policy interfacing.* 1.ed. London: Taylor & Francis Group, p. 49-55. 2015.

WILHITE, D.A.; GLANTZ, M.H. **Understanding the drought phenomenon: the role of definitions.** *Water International.* v.10, p. 111–120. 1985.

# A seca no Maranhão no período de 2010 a 2016 e seus impactos

Messias Nicodemus da Silva<sup>1</sup>, Ana Tereza<sup>2</sup>, Denilson da Silva Bezerra<sup>3</sup>,  
Liene Pereira<sup>4</sup>, Carlos Márcio de Aquino Elo<sup>5</sup> e André Luis Silva dos Santos<sup>6</sup>

## Resumo

O objetivo do presente artigo é evidenciar a vulnerabilidade do Maranhão a eventos de secas entre 2010 a 2016. O procedimento metodológico adotado consistiu em uma revisão bibliográfica e de busca de dados/informações em instituições que atuam direta e/ou indiretamente com a temática. Os impactos da seca no Maranhão são de natureza de dificuldade de acesso à água, perdas na agropecuária, perdas de bens materiais, risco à vida humana e perdas de biodiversidade nos biomas e ecossistemas

## Abstract

*The objective of this paper is to highlight the vulnerability of the state of Maranhão to drought events between 2010 and 2016. The methodological procedure adopted consisted of a bibliographical review and search of data/information in institutions that act directly and/or indirectly with the theme. The impacts of the drought in Maranhão are difficult to access to water, losses in agriculture and livestock, loss of goods, risks to human life and loss of biodiversity*

1 Engenheiro agrônomo, mestre em Agroecologia e assessor especial da Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Pesca do Maranhão (Sagrma).

2 Geógrafa e superintendente da Sagrima/MA.

3 Doutor em Ciência do Sistema Terrestre pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) e professor do Mestrado em Meio Ambiente da Universidade Ceuma.

4 Mestranda em Meio Ambiente, especialista em Gestão de Recursos Hídricos e Meio Ambiente e analista da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais do Maranhão (SEMA/MA).

5 Meteorologista do Laboratório de Meteorologia do Núcleo Geoambiental da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA).

6 Doutor em Ciência e Engenharia de Petróleo pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), especialista em Geoprocessamento e professor do Departamento de Computação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA).

maranhenses. Um impacto que merece atenção é a intensificação dos focos de queimadas, uma vez que os dados e as pesquisas existentes indicam que a ocorrência das queimadas é modulada por eventos de secas.

*in biomes and ecosystems in the state. An impact that deserves attention is the intensification of burnt spots since the data and existing research indicates that its occurrence is modulated by drought events.*

**Palavras-chave:** Maranhão. Secas. Impactos. Focos de queimada.

**Keywords:** Maranhão. Droughts. Impacts. Burnt spots.

## 1. Introdução

O Estado do Maranhão apresenta grande variedade de ecossistemas, em razão de ser localizado entre as Regiões Nordeste e o Norte do Brasil, ou seja, entre as condições do Semiárido brasileiro e a Amazônia legal, se destacando, assim, como um verdadeiro conjunto de ambientes transacionais, onde predominam as seguintes formações vegetais: floresta ombrófila densa, savana (cerrado), savana estépica, floresta estacional decídua, floresta estacional e formações com influência marinha e fluviomarinha (AZEVEDO, 2002).

Mesmo fazendo parte do Nordeste brasileiro, recebe influência tanto do clima úmido da Amazônia quanto do semiárido nordestino, devido à sua posição geográfica, o que levou o Ministério da Integração Nacional (MI), em 2005, a não incluí-lo no perímetro oficial do Semiárido Brasileiro (SAB).

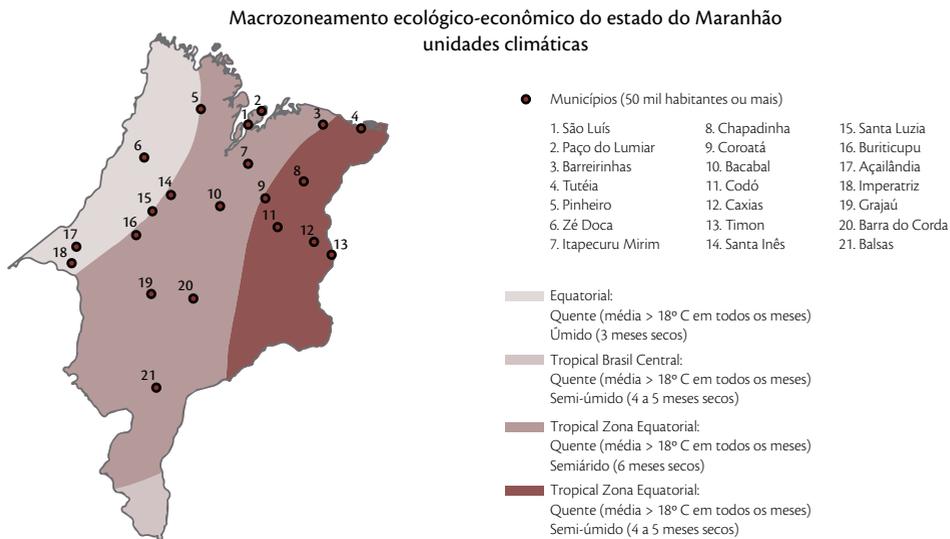
Contudo, há questionamentos a respeito da não inserção do Maranhão como parte integrante do SAB (LEMOS, 2007; ELOI, 2007). A falta de dados e pesquisas específicas sobre o tema e a dificuldade da própria academia em relação a essa temática fazem com que a participação maranhense fique comprometida em ações governamentais voltadas à mitigação dos efeitos de seca extrema, ao acesso à água de qualidade e iniciativas afins, como a questão do combate a focos de queimadas. De 2010 a 2016, a multiplicação dos focos de queimadas tornou-se um fator agravante, que pode maximizar a vulnerabilidade do Maranhão a eventos de secas prolongados. Além disso, há estudos que indicam que os focos de queimadas são modulados por ocorrência de seca.

O objetivo do presente artigo é evidenciar a vulnerabilidade do Maranhão a eventos de estiagem/seca, tomando como referência o intervalo de tempo compreendido de 2010 a 2016, com destaque para os impactos socioambientais, as peculiaridades maranhenses para cenários de estiagens extremas e as medidas adotadas pelos gestores públicos (municipais, estadual e Federal) e pela sociedade civil organizada para garantir a qualidade ambiental e de vida humana. Para cumprimento da finalidade proposta, foram realizadas uma revisão bibliográfica e uma busca de dados/informações em instituições governamentais e não governamentais que atuam direta e/ou indiretamente com a temática abordada.

## 2. Padrões de precipitação e de climas no território maranhense

De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), o Maranhão ocupa uma região transicional entre condições mais secas que caracterizam o semiárido do Nordeste para as condições úmidas do Norte e da Amazônia (EMBRAPA, 2013). Segundo o estudo do Macrozoneamento Ecológico-Econômico do Maranhão, utilizando o método de classificação proposto por Thorntwaite em 1948, há quatro tipos climáticos identificados no Estado. A região leste do Maranhão, inclusive, apresenta pelo menos seis meses de padrão semiárido (Figura 1). Os quatro tipos climáticos do Maranhão são:

- **Equatorial:** quente (média maior que 18 °C em todos os meses), úmido (3 meses secos);
- **Tropical Brasil Central:** quente (média maior que 18 °C em todos os meses), semiúmido (4 a 5 meses secos);
- **Tropical Zonal Equatorial:** quente (média maior que 18 °C em todos os meses), semiárido (6 meses secos);
- **Tropical Zonal Equatorial:** quente (média maior que 18 °C em todos os meses), semiúmido (4 a 5 meses secos).



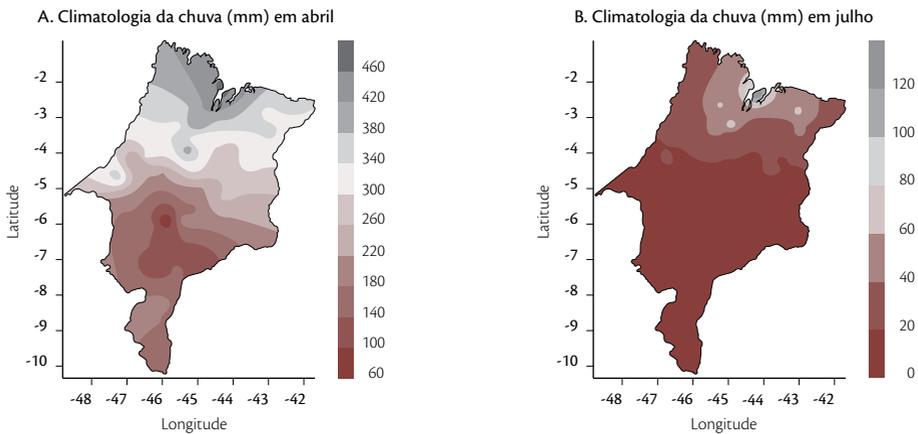
**Figura 1.** Tipos climáticos no Maranhão

Fonte: EMBRAPA (2013); Governo do Maranhão.

No decorrer de um ano, o Maranhão apresenta uma variação de 800 milímetros (mm) a 2.800 mm de distribuição de precipitação pluviométrica (MARANHÃO, 2002), dependendo da área que se tome como referência. Contudo, o balanço hídrico do Estado apresenta grande variação espacial e principalmente temporal.

Os totais pluviométricos mensais correspondentes à distribuição pluviométrica são bem irregulares no Maranhão em termos sazonais. O Estado registra aproximadamente seis meses de chuvas e igual período de estiagem, sendo que há contraste com relação à distribuição espacial dos dados pluviométricos observados no período chuvoso, como pode ser observado na Figura 2.

A Figura 2 evidencia a complexidade da distribuição pluviométrica mensal do Maranhão entre os meses em que ocorrem os maiores e menores registros, sendo que, na Figura 2 A, é destacado o cenário para o mês de abril (pico das chuvas), quando os valores pluviométricos oscilam de 60 a mais de 460 mm. A Figura 2 B, por sua vez, apresenta o cenário para o mês de julho (período de estiagem já estabelecido), quando os valores variam de 0 a mais de 120 mm. Como exposto na Figura 2, são marcantes as variações temporal e espacial (por regiões geográficas do Maranhão) da distribuição da precipitação no Estado.



**Figura 2.** Padrão pluviométrico para o mês abril (auge do período chuvoso), para uma série de 30 anos (A). Padrão pluviométrico para o mês de julho (início do período de estiagem), para uma série de 30 anos (B)

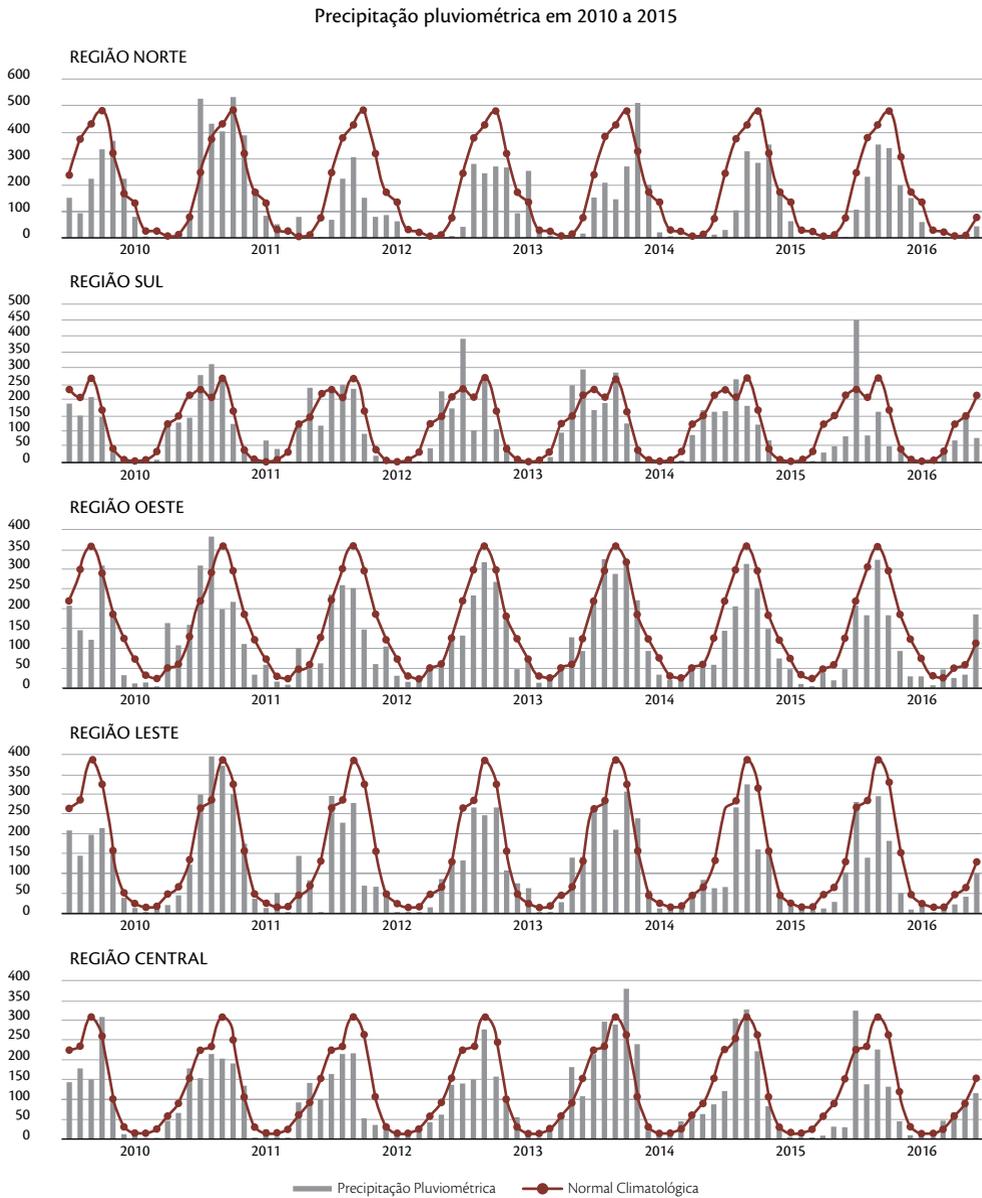
Fonte: Núcleo Geoambiental (Nugeo) e Laboratório de Meteorologia da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA).<sup>7</sup>

A Figura 3 apresenta uma variação espacial (por regiões geográficas do Maranhão) e temporal (por meses) da precipitação referente ao período de 2010-2016, para a região leste do Maranhão, que apresenta padrão semiárido. Observa-se que os dados pluviométricos coletados e analisados indicam que o padrão observado no intervalo de tempo considerado está abaixo da média da normal climatológica, com exceção do ano de 2010.

Em síntese, devido aos seus contrastes, tais cenários de distribuição espaço-temporal de precipitação apresentam-se como indicativos para a elaboração de políticas públicas socioambientais e econômicas distintas para cada situação climático-sazonal observada no Estado, especialmente porque cada um dos cenários descritos pode durar, em média, seis meses.

Outro fator importante é que, além da natureza híbrida do clima maranhense e de suas características climático-sazonais, há uma rápida perda de água pela atmosfera, por meio do processo de evapotranspiração (ELOI, 2007). Esse fenômeno pode ser constatado por valores de deficiência hídrica, que podem ter uma variação espacial de 50 a 1.450 mm para o Estado (EMBRAPA, 2013). Os eventos de secas anuais e/sazonais no Maranhão são acompanhados pelo Monitor de Secas, como demonstrado na Figura 4, que apresenta os resultados para os anos de monitoramento compreendidos entre 2014 a 2016.

<sup>7</sup> UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO. Núcleo Geoambiental. Site. Disponível em: <<http://www.nugeo.uema.br>>.

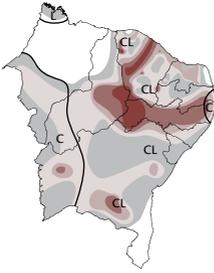


**Figura 3.** Distribuição pluviométrica em relação à Normal Climatológica de 2010 a 2016 para a região leste do Maranhão

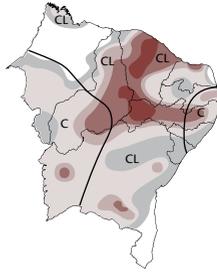
Fonte: Nugeo e Laboratório de Meteorologia da UEMA.

Monitor de Secas do Nordeste

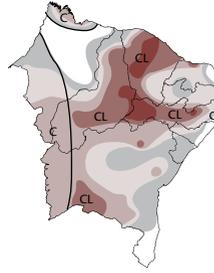
Mapa Validado  
Protótipo - Agosto de 2014



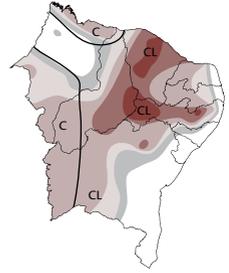
Mapa Validado  
Protótipo - Setembro de 2014



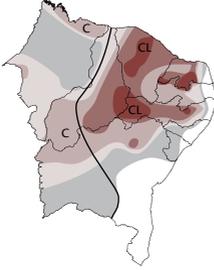
Mapa Validado  
Protótipo - Outubro de 2014



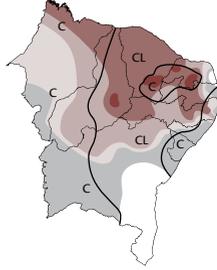
Mapa Validado  
Novembro de 2014



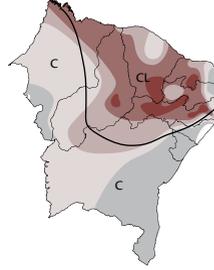
Mapa Validado  
Dezembro de 2014



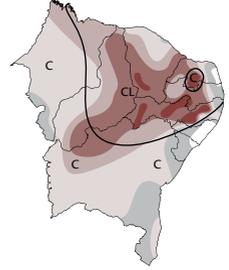
Mapa Validado  
Janeiro de 2015



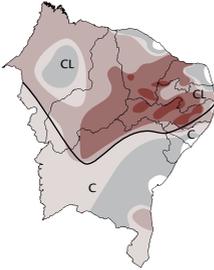
Mapa Validado  
Fevereiro de 2015



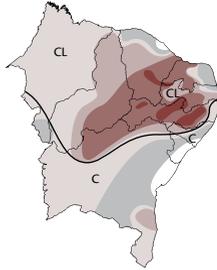
Mapa Validado  
Março de 2015



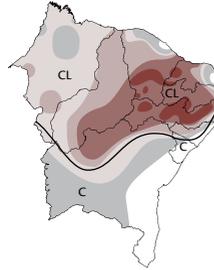
Mapa Validado  
Abril de 2015



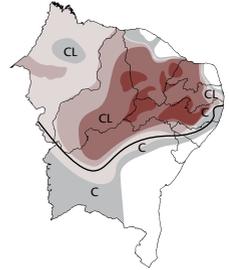
Mapa Validado  
Maio de 2015



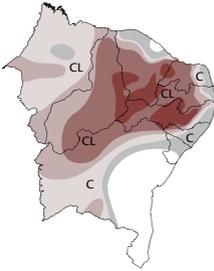
Mapa Validado  
Junho de 2015



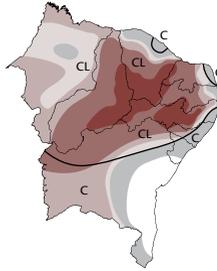
Mapa Validado  
Julho de 2015



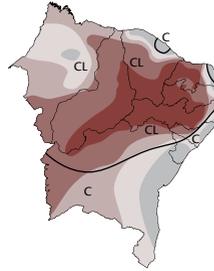
Mapa Validado  
Agosto de 2015



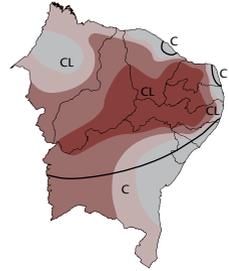
Mapa Validado  
Setembro de 2015



Mapa Validado  
Outubro de 2015



Mapa Validado  
Novembro de 2015



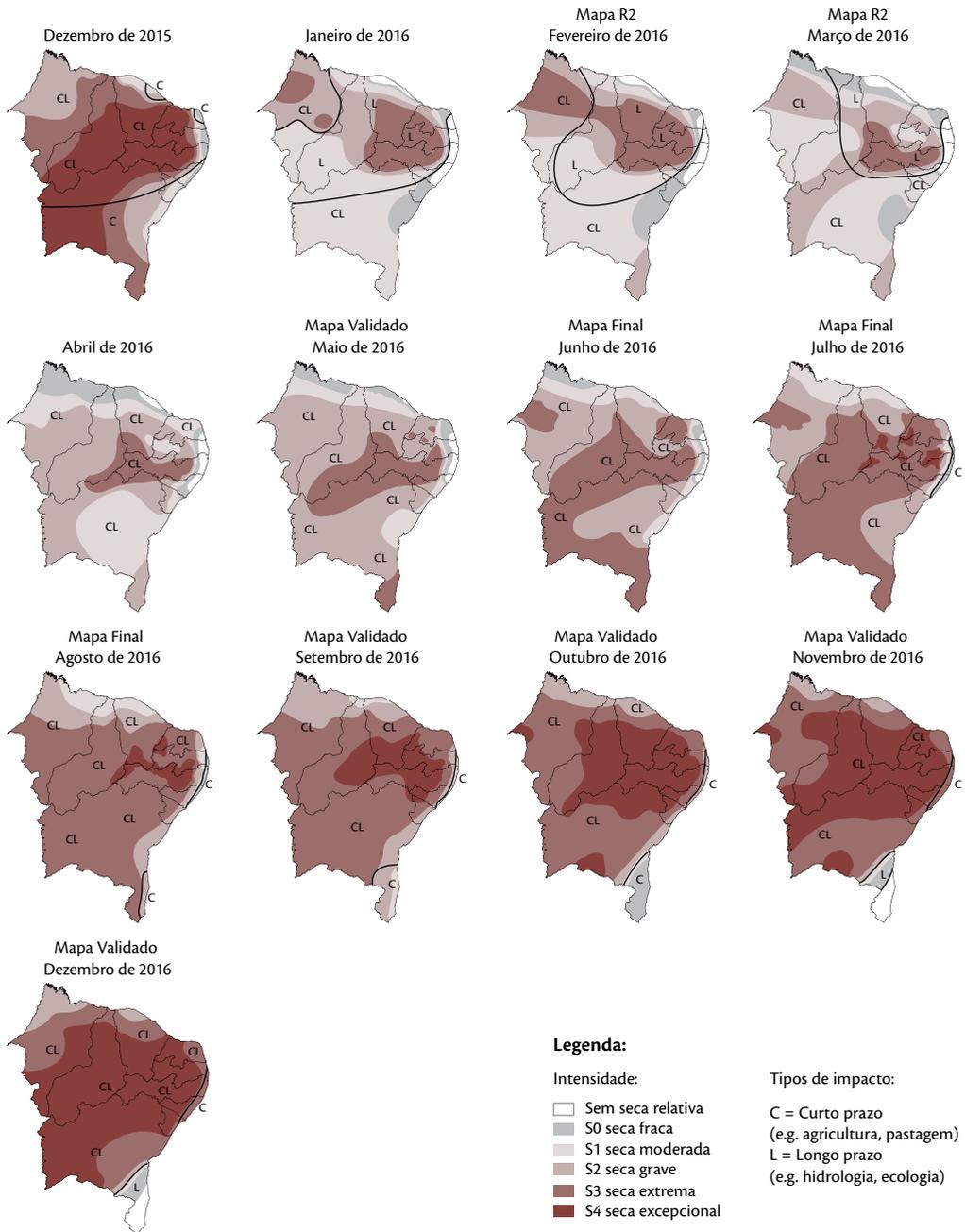


Figura 4. Ocorrência de secas mais intensas detectadas pelo Monitor de Secas entre 2014 e 2016

Fonte: Nugeo/UEMA.

Nas figuras 3 e 4 podem ser observados os principais aspectos pluviométricos médios regionais e de monitoramento de secas no Estado do Maranhão, registrados no período 2010 a 2016, conforme descrição a seguir:

- **Ano de 2010:** no norte do Estado, foram registrados oito meses com chuvas abaixo da climatologia, desde -29,89%, em abril, até -100%, em setembro; na região sul, durante 11 meses, as precipitações subestimaram a climatologia, de -7,73%, em junho, a -73,02%, em setembro; no setor oeste, do Estado, durante 7 meses, os registros de pluviometria estiveram inferiores a climatologia, desde -4,45%, em janeiro, até -86,81%, em julho; na região leste, ocorreram 10 registros de chuvas mensais inferiores às normais climatológicas, desde -5,11%, em dezembro, a -98,22%, em agosto; na região central maranhense, foram observados 9 registros pluviométricos inferiores a climatologia, de -14,35%, em maio, a -91,67%, em agosto.
- **Ano de 2011:** no norte do Estado, foram registrados 5 meses com chuvas abaixo da climatologia, desde -0,55%, em junho, até -99,57%, em setembro; na região sul, durante 6 meses, as precipitações subestimaram a climatologia, de -10,45 %, em maio, a -100,0%, em junho; no setor oeste do Estado, durante 9 meses, os registros de pluviometria estiveram inferiores a climatologia, desde -20,78%, em novembro, até -77,19%, em setembro; na região leste, ocorreram 6 registros de chuvas mensais inferiores às normais climatológicas, desde -3,81%, em março, a -97,62%, em dezembro; na região central maranhense, foram observados 8 registros pluviométricos inferiores à climatologia, de -8,35%, em fevereiro, a até -97,96%, em junho.
- **Ano de 2012:** no norte do Estado, todos os registros pluviométricos estiveram inferiores à climatologia, desde -28,89%, em março, até -100%, em setembro; na região sul, durante 10 meses, as precipitações subestimaram a climatologia, de -2,55%, em janeiro, a -93,21%, em agosto; no setor oeste do Estado, durante 9 meses, os registros de pluviometria estiveram inferiores à climatologia, desde -3,79%, em outubro, até -68,18%, em maio; na região leste, ocorreram 8 registros de chuvas mensais inferiores às normais climatológicas, desde -19,82%, em fevereiro a -95,48%, em julho; na região central maranhense, foram observados 11 registros pluviométricos inferiores à climatologia, de -8,95%, em fevereiro, a até -80,02%, em abril.
- **Ano de 2013:** no norte do Estado, todos os registros pluviométricos foram abaixo da climatologia, desde -10,24%, em novembro, até -84,21%, em outubro; na região sul, durante 7 meses, as precipitações subestimaram a climatologia, de -4,27%, em março, a -83,70%, em agosto; no setor oeste do Estado, durante 8 meses, os registros de pluviometria

estiveram inferiores à climatologia, desde -9,32%, em abril, até -62,70%, em junho; Na região leste, ocorreram 8 registros de chuvas mensais inferiores às normais climatológicas, desde -6,72%, em fevereiro, a -88,55%, em setembro; na região central maranhense, foram observados 8 registros pluviométricos inferiores à climatologia, de -7,20%, em outubro, a até -75,65%, em agosto.

- **Ano de 2014:** no norte do Estado foram registrados 10 meses com chuvas abaixo da climatologia desde -37,25% em janeiro até -98,28% em setembro; Na região sul, durante 10 meses, as precipitações subestimaram a climatologia de -8,76% em fevereiro a -99,05% em junho; No setor oeste do Estado, durante 9 meses, os registros de pluviometria estiveram inferiores a climatologia desde -0,36% em janeiro até -55,05% em julho; Na região leste ocorreram 7 registros de chuvas mensais inferiores as normais climatológicas desde -0,09% em janeiro a -51,52% em dezembro; na região central maranhense foram observados 8 registros pluviométricos inferiores a climatologia de -4,62% em janeiro a até -47,50% em julho.
- **Ano de 2015:** no norte do Estado, foram registrados 11 meses com chuvas abaixo da climatologia, desde -52%, em junho, até -99,57%, em agosto; na região sul, durante 9 meses, as precipitações subestimaram a climatologia, de -28,52 %, em abril a -90,89%, em junho; no setor oeste do Estado, todos os registros de pluviometria estiveram inferiores à climatologia, desde -11,78%, em março, até -82,53%, em setembro; na região leste, ocorreram 11 registros de chuvas mensais inferiores às normais climatológicas, desde -5,95%, em junho, a -76,01%, em agosto; na região central maranhense, foram observados 9 registros pluviométricos inferiores à climatologia, de -15,62%, em abril, a até -92,44%, em setembro.
- **Ano de 2016:** no norte do Estado, foram registrados 11 meses com chuvas abaixo da climatologia, desde -13,44%, em junho, até -100%, em agosto; na região sul, durante 9 meses, as precipitações subestimaram a climatologia, de -15,77%, em setembro a -73,18%, em julho; no setor oeste do Estado, durante 10 meses, os registros de pluviometria estiveram inferiores à climatologia, desde -5,20%, em janeiro até -87,0% em agosto; na região leste, ocorreram 10 registros de chuvas mensais inferiores às normais climatológicas, desde -22,42%, em dezembro, a -85,78%, em agosto; na região central maranhense, foram observados 8 registros pluviométricos inferiores a climatologia, de -24,98%, em dezembro, a até -76,56%, em junho.

Diante dos relatórios mensais do Monitor de Secas avaliados durante 15 meses, de agosto de 2014 a dezembro de 2016, notou-se a definição de áreas secas com nível S3 em diferentes setores

do Estado do Maranhão, em janeiro, fevereiro, setembro, outubro, novembro e dezembro de 2015 e; janeiro, fevereiro, junho, julho, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro de 2016.

Como ainda pôde ser observado, a formação de área com seca de nível S4 no Maranhão - em dezembro de 2015 e outubro, novembro e dezembro de 2016 - inseriu o Estado entre as unidades da Federação mais secas do Brasil nesses respectivos meses. Com relação à área S4 que se observa no Estado em 2016, pode-se ressaltar que os registros pluviométricos nos respectivos meses não justificaram esta ocorrência, porém, a mesma se configurou por conta dos registros "longos", nos meses anteriores, de precipitações pluviométricas inferiores à climatologia.

### 3. Impactos ambientais da seca no período de 2010 a 2016

De todos os impactos diretos ou indiretos que podem ser induzidos por um período prolongado de secas no Maranhão, os focos de queimadas correspondem a um dos principais tensores ambientais que podem alterar a qualidade de vida humana, bem como biomas e ecossistemas maranhenses.

O padrão de ocorrência dos focos de queimadas no Maranhão é modulado pela ocorrência ou não da precipitação (SILVA JUNIOR *et al.*, 2015), ou seja, os padrões de secas no Maranhão modulam o fenômeno de queimadas nos biomas maranhenses. Tal cenário ocorre devido ao aumento da inflamabilidade da vegetação, como consequência do déficit hídrico decorrente do período de estiagem (BECERRA; ALVALÁ; SHIMABUKURO, 2008; ARAGÃO *et al.*, 2009). Como um exemplo de modulação dos focos de queimadas em relação ao padrão de precipitação descrito para o Maranhão, pode-se mencionar o estudo de Silva Junior *et al.* (2016), que descrevem como a ocorrência de focos de queimadas está correlacionada à presença de períodos de secas na região da Baixada Maranhense, para o espaço temporal de 2000 a 2013.

De acordo com o Programa de Monitoramento de Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), o Maranhão possui uma elevada ocorrência de focos de queimadas, sendo um dos Estados da Amazônia Legal onde mais ocorre esse fenômeno. Em 2016, por exemplo, o Maranhão foi o terceiro Estado com o maior número de queimadas em território nacional. Segundo dados do Inpe, de janeiro até dezembro do referido ano, foram registrados, pelos satélites, 20.733 focos de queimadas. Todos os biomas maranhenses são afetados pelos focos de queimadas, o que pode induzir perda da diversidade biológica e alterações nos serviços ambientais prestados por estes.

A Figura 5 evidencia a distribuição espacial dos focos de queimadas nos biomas maranhenses, no intervalo temporal de 11 de novembro de 2015 a 11 de novembro de 2016, sendo possível observar que a maior ocorrência desses dos focos é observada na região leste do Maranhão, onde há presença de padrão semiárido.



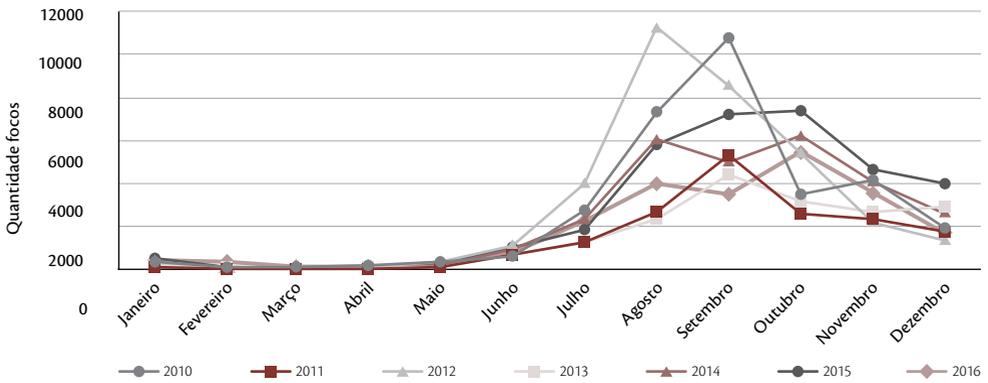
**Figura 5.** Focos de queimadas detectados nos biomas maranhenses de 11/11/2015 a 11/11/2016

Fonte: Adaptado com informações do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPETC) do Inpe.

Para o espaço temporal considerado no presente artigo (2010-2016), é nítida a modulação dos focos de queimadas em relação aos meses quando é predominante o período de secas (de julho a aproximadamente dezembro), pois sua intensidade de ocorrência é marcante nos meses com pouca precipitação, com o clímax entre os meses de julho a outubro, conforme pode ser observado no Gráfico 1.

Ainda em relação ao período temporal analisado, cabe ressaltar que houve 185.263 focos de queimadas registrados por satélites do Inpe no Estado do Maranhão, sendo 2012 o ano de maior ocorrência, com 34.713 focos (18,74%); seguido de 2015, com 33.029 focos (17,83%); 2010, com 32.167 focos (17,36%); 2014; com 27.882 focos (15,05%); 2016, com 22.558 focos (12,18%); 2013, com 17.909 (9,67%); e por fim, o ano de 2011, com 17.005 focos registrados (9,18%).

As secas nos meses de estiagem intensificam, de forma significativa, a ocorrência de focos de queimadas, como indicam os dados apresentados na pesquisa tratada neste artigo, o que demonstra que mais estudos devem ser desenvolvidos para o entendimento sobre como a ocorrência de focos de queimadas pode ser modulada por eventos de secas na Amazônia Legal brasileira.



**Gráfico 1.** Focos de queimadas registrados mensalmente no Maranhão, no período de 2010 a 2016

Fonte: Elaborado pelos autores.

## 4. Impactos socioeconômicos da seca no período de 2010 a 2016

Os focos de queimadas são intensificados nos meses de secas no Maranhão, uma vez que há indícios de que cenários de pouca precipitação (seca) modulam o padrão de ocorrência de secas (CALDAS; SILVA; SILVA JUNIOR, 2014). Esse panorama tem influência também das formas de uso e ocupação de resultados antrópicos, como é verificado no sistema de cultivo de agricultores familiares, denominado “Roça de toco ou corte/queima”.

Os principais impactos provocados por eventos de queimadas são: risco à vida humana, poluição do ar com potenciais implicações negativas à saúde, perda de áreas agricultáveis, perda de biodiversidade, alterações em ecossistemas terrestre e lacustres, alterações nos biomas, perda de bens materiais, na agricultura industrializada e na familiar.

A população rural é a mais vulnerável ao fenômeno das queimadas, pois as incidências de focos são mais comuns em suas áreas de trabalho e habitação, devido às características geográficas e ambientais dessas localidades. Essa população registra os piores percentuais de qualidade de vida e tem mais dificuldade para obter suporte por meio de políticas governamentais.

A Tabela 1 demonstra o número de pessoas e municípios afetados por eventos de seca durante o período de 2010 a 2016 e que foram acompanhados pelo Comando Geral do Corpo de Bombeiros do Maranhão (CGCB/MA).

**Tabela 1.** Número de pessoas e de municípios maranhenses afetados por eventos de secas no período de 2010 a 2016

Ano	Municípios afetados	Pessoas afetadas (direta e indiretamente)
2010	51	90.800
2011	29	75.650
2012	69	227.000
2013	86	317.000
2014	20	71.495
2015	22	155.274
2016	24	239.461

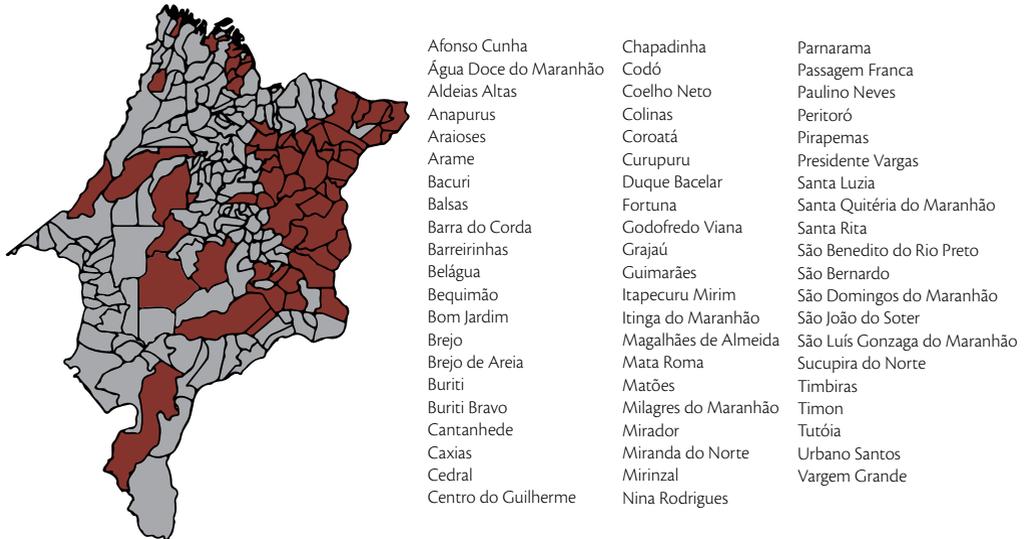
Fonte: CGCB/MA (2016).

Os municípios maranhenses de maior recorrência histórica a eventos de secas no período são: Anapurus, Brejo, Buriti, Chapadinha, Duque Bacelar, Coroatá, Mata Roma, São Bernardo, Santa Quitéria do Maranhão, Coelho Neto, Timbiras, Codó, Caxias, Timon, Matões e Colinas. Contudo, cabe ressaltar não apenas as localidades mencionadas como vulneráveis, pois, nas últimas décadas, vários outros municípios decretaram Estado de Emergência como resposta a eventos de secas, como pode ser observado na Figura 6, que evidencia a distribuição do número municípios que, historicamente<sup>8</sup>, já recorreram a esse instrumento legal.

Durante o último período de estiagem extrema observado entre 2010 a 2016, um total de 1.176.680 pessoas foram direta ou indiretamente afetadas em vários municípios, o que evidencia a necessidade de haver eficiência nos serviços públicos de atendimento à população maranhense, assim como demonstra que há uma grande demanda por pesquisa, em várias áreas do conhecimento humano, para ou mitigar os efeitos das secas no Maranhão.

8 Entende-se como série histórica para a presente pesquisa, o período de 1991 a 2010, intervalo temporal onde estão disponíveis os dados de fontes oficiais para o Maranhão (IMESC, 2016).

Somente no ano de 2016, o CGCB/MA estima que foram perdidas 46 moradias em decorrência das queimadas no território maranhense e outras 110 sofreram danos parciais. Os prejuízos financeiros, ainda de acordo com o CGCB/MA, somam valores da ordem de: R\$ 1.420.385,00, no comércio; R\$ 4.093.729,56, na agricultura; e R\$ 10.202.230,60, na pecuária.



**Figura 6.** Municípios maranhenses que já decretaram Estado de Emergência a eventos de secas entre 1991 a 2010

Fonte: Adaptado de informações do Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (IMESC) (2016).

Com relação aos números de perdas monetárias e de pessoas potencialmente atingidas, cabe ressaltar que inexistente no Maranhão uma política pública de acompanhamento e mensuração dos impactos de eventos de secas prolongados. Dessa forma, os valores mencionados podem ser subestimados. Mesmo assim, os valores apresentados na presente pesquisa servem como um indicador da gravidade dos impactos socioambientais induzidos por eventos de secas.

Outro importante indicador refere-se ao número de decretações de situação de emergência em decorrência de eventos de secas severas no Maranhão que, segundo o CGCB/MA, totalizaram 207 desses instrumentos legais para o período de 2010 a 2016, sendo 77 municipais e 130 estaduais.

A necessidade de decretação de Estado de Emergência no Maranhão, nos últimos anos, também pode ser compreendida por meio das informações do Monitor de Secas do Nordeste do Brasil, que evidenciam a formação de uma área com seca de nível S4, ou seja, de severidade de seca no Maranhão, em dezembro de 2015, e outubro, novembro e dezembro de 2016. Essa área inseriu o Estado entre as unidades da Federação mais secas do Brasil nos respectivos meses (Figura 4).

## 5. Impactos da secas na agricultura

O Maranhão obteve desempenho econômico maior que o nacional (0,5%) em muitos momentos recentes. Contudo, vem sofrendo com os impactos das secas nos últimos anos. Apesar do grande potencial agrícola, o Estado vem vivenciando um cenário de incertezas e prejuízos, com destaque para o ano de 2015, quando foi fortemente impactado por fatores climáticos associados ao fenômeno El Niño. A área plantada no Maranhão, em 2015, foi de 1.829.731 hectares, com área colhida de 1.829.354 e valor da produção agrícola de R\$ 3,8 bilhões.

De acordo com a Sagraima, as produções agrícolas do Maranhão apresentaram um padrão de perdas que acompanhou eventos de ocorrência de secas. Por exemplo, se comparada a produção de 2015 com a de 2016 para o Maranhão, percebe-se uma perda na produção. Na região sul do Estado, houve uma perda significativa das lavouras, de cerca de 18%, com queda na produção de aproximadamente 44%, principalmente na microrregião de Balsas. O milho de verão ou primeira safra sofreu decréscimo de 21,6% em relação à safra passada. Na segunda safra, houve redução da ordem de 50%, em decorrência da inexistência de um intervalo seguro entre o semeio da cultura e colheita (janela de plantio).

## 6. Ações governamentais e não governamentais para adaptação dos impactos da seca no período de 2010 a 2016

Para a presente pesquisa, entende-se que eventos de secas podem ser influenciados por mudanças climáticas induzidas por atividades antrópicas. Assim, as ações governamentais e não governamentais para combate à seca no Maranhão, entre 2010 a 2016, são analisadas mediante o conceito de adaptação da Política Nacional Sobre Mudança do Clima (PNSM). Tal adaptação pode ser entendida como um conjunto de respostas aos potenciais impactos atuais da mudança do clima, tendo por meta reduzir eventuais danos e ainda promover oportunidades (CIMMC, 2008).

O PNSM indica que a capacidade de adaptação de um sistema depende basicamente de duas variáveis: a vulnerabilidade e a resiliência. A vulnerabilidade é o reflexo do grau de suscetibilidade do sistema para lidar com os efeitos adversos da mudança do clima. A resiliência, por sua vez, é a habilidade que o sistema tem para absorver os impactos, preservando a mesma estrutura básica e os mesmos meios de funcionamento.

Os programas governamentais maranhenses de apoio às secas auxiliam a resiliência, ao promoverem mais condições à população para resistirem a eventos de secas prolongados. Esses programas podem ser subdivididos em três categorias: de acesso à água, de planejamento e de intervenção com obras de engenharia. As ações de acesso à água se caracterizam por intervenções dos governos estadual e federal e/ou da sociedade civil organizada, com intuito de aumentar a oferta e distribuição de água (em quantidade e qualidade), mesmo em períodos prolongados de secas. As ações de planejamento caracterizam-se por apresentar elaboração de planos, projetos e dados relacionados de forma direta ou indireta à temática da seca. As demais ações referem-se a iniciativas governamentais que necessitam de intervenções de engenharia para sua implementação, tais como barragens, cisternas e canais.

As ações do Maranhão de enfrentamento dos eventos das secas são frutos de parcerias entre o governo do Estado, dos municípios e o governo federal, com a participação da sociedade civil. A Tabela 2 sintetiza os principais programas governamentais e não governamentais de mitigação dos efeitos de secas no Estado, no período de 2010 a 2016.

**Tabela 2.** Ações governamentais e não governamentais para adaptação no Maranhão a eventos de secas no período de 2010 a 2016

Projeto/ação	Responsável	Financiamento	Início	Categoria	Meta
Programa 1 Milhão de Cisternas	Articulação do Semiárido (ASA/MA)	Sociedade civil	2010	Acesso à água	Acesso a água por meio da construção de cisternas.
Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Estado do Maranhão.	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (SEMA) Apoio do Ministério do Meio Ambiente (MMA)	Banco Mundial e Governo da Noruega.	2011	Planejamento	Planejamento de ações de combate ao desmatamento e à ocorrência de queimadas no Maranhão.
Programa de Ação Estadual de Prevenção e Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAE) do Estado do Maranhão	Instituto Maranhense de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Imarh) Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (SEMA).	Ministério do Meio Ambiente (MMA).	2012	Planejamento	Planejamento de ações ao combate à desertificação e aos efeitos da seca no Maranhão.
Programa Água Doce no Maranhão (PAD)	Secretária da Agricultura Familiar (SAF)	Ministério do Meio Ambiente (MMA).	2016	Acesso à água	Dessalinização de poços d'água do ambiente rural.
Programa Cisternas (Segunda Água)	Secretária da Agricultura Familiar (SAF).	Ministério do Meio Ambiente (MMA).	2016	Acesso à água	Acesso a água por meio da construção de cisternas no meio rural.

Projeto/ação	Responsável	Financiamento	Início	Categoria	Meta
Barragens de Contenção na Baixada Maranhense	Secretária de Estado de Desenvolvimento Social (SEDES)	Governo do Estado do Maranhão.	2016	Obras de engenharia.	Orientar a construção de barragens para retenção da água no período chuvoso na Baixada Maranhense.
Projeto de Construção de Canais de Acumulação de Água	Responsável: Secretária de Estado de Desenvolvimento Social (SEDES)	Governo do Estado do Maranhão.	2016	Obras de engenharia.	Orientar a construção de canais para retenção da água no período chuvoso na Baixada Maranhense.
Zoneamento Agropecuário do Maranhão (ZAMA)	Secretária da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Sagraima).	Governo do Estado do Maranhão.	2016	Planejamento	Minimizar os riscos relacionados aos fenômenos climáticos.

Fonte: Elaborada pelos autores.

## 7. Considerações finais

Apesar do grande potencial hídrico do Maranhão, os dados e as informações apresentados na pesquisa, referentes ao período de seca no Estado, indicam que esta foi uma unidade da Federação vulnerável a eventos dessa natureza, para o intervalo de tempo considerado (2010 a 2016). Tal cenário se deve a sua localização transicional entre a Amazônia Legal e o Semiárido Brasileiro, o que proporciona um balanço hídrico bastante complexo, caracterizado por seis meses de período chuvoso e seis meses de secas.

Os principais impactos socioambientais podem ser sumarizados em implicações negativas de acesso à água, perdas nas atividades agropecuárias, perdas de bens materiais, risco à vida humana e potenciais prejuízos à biodiversidade nos biomas e ecossistemas maranhenses. Um impacto que merece destaque no território maranhense corresponde aos focos de queimadas, uma vez que os dados e as pesquisas existentes indicam que sua ocorrência é modulada por eventos de secas.

Por fim, ressalta-se que o Maranhão não apresenta um padrão climático-sazonal igual aos demais Estados do Nordeste brasileiro no que diz respeito a eventos de secas, pois há dois padrões sazonais naquela unidade da Federação, caracterizados por um período chuvoso e um período de estiagem/seca. Esses cenários distintos merecem atenção e ações de políticas públicas específicas. Mesmo considerando essas características tão peculiares, o Maranhão não pode ser considerado menos vulnerável a ocorrência de eventos de secas, quer sejam estes anuais ou sazonais.

## Referências

ARAGÃO, L.E.O.C. *et al.*. Interactions between rainfall, deforestation and fires during recent years in the Brazilian Amazonia. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, v. 363, n. 1498, p. 1779-85, 27 mai 2009.

AZEVEDO, A.C.G. **Ecosistemas maranhenses série ecológica: 1.** São Luís, MA: UEMA Editora, 2002.

BECERRA, J.A.B.; ALVALÁ, R.C. DOS S.; SHIMABUKURO, Y. Precipitação, fogo e índices de vegetação na detecção de fisionomias de Savana Tropical na Região Amazônica Brasileira. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE SAVANAS TROPICAIS, 2., 2008, Brasília. **Anais...** Brasília: 2008.

COMITÊ INTERMINISTERIAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA - CIMMC. **Plano Nacional Sobre Mudança do Clima (PNMC)**. Decreto nº 6.263, de 21 de novembro de 2007. Brasília, dezembro de 2008, 132 p.

CALDAS, J.M.; SILVA, F.B.; SILVA JUNIOR, C.H.L. Análise de focos de queimadas no Parque Estadual do Mirador utilizando um Sistema de Informação Geográfica – SIG, Estado do Maranhão, Brasil. In: SAFETY, HEALTH AND ENVIRONMENT WORLD CONGRESS, 14., 2014, Cubatão. **Anais...** Cubatão: COPEC, 2014. Disponível em: <<http://proceedings.copec.org.br/index.php/shewc/article/view/2378>>. Acesso em: 5 out. 2014.

ELOI, C.M.A. Ocorrência de Semiárido dentro do Maranhão no Município de Grajaú segundo a equação definida pela Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD). In: CONGRESSO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 02 a 05 de Julho de 2007, 5 p. **Anais...** 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Relatório do diagnóstico do macrozoneamento ecológico-econômico do Estado do Maranhão.** BATISTELLA, M.; BOLFE, E.L.; VICENTE, L.E.; VICTORIA, D. DE C.; ARAUJO, L.S. (Org.). – Campinas, SP: Embrapa, 2013. 325 p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. Working group. **Contribution to the IPCC fifth assessment Report (AR5), climate change 2013: the physical science basis.** Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2013. 2216p.

LEMOS, J.J.S. **Inserção do Maranhão no Semiárido do Brasil.** 2007, 21p. Disponível em: <<http://www.lemos.pro.br/admin/artcientifico/124111604949f9ed91495d2.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2017.

MARANHÃO. Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico. Laboratório de Geoprocessamento (LABGEO/UEMA). **Atlas do Maranhão**. São Luis: GEPLAN. 2002, 36 p.

INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS - IMESC. **Análise da seca e estiagem Maranhense**. 2016. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/Nota-seca-estiagem-agosto20(1).pdf>. Acesso em: 29 abr. 2017.

SILVA JUNIOR, C.H.L. *et al.* A zona de transição entre a Amazônia e o Cerrado no estado do Maranhão. Parte II: Caracterização preliminar dos dados de área queimada (Produto MODIS MCD45A1). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTOSIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO, 17, 2015, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: INPE, 2015.

# A seca no Estado da Paraíba – Impactos e ações de resiliência

Alexandre Magno Teodosio de Medeiros<sup>1</sup> e Antônio Cavalcanti de Brito<sup>2</sup>

## Resumo

O Nordeste do Brasil foi assolado, no período de 2012 a 2016, com um severo ciclo de estiagem. Seus impactos afetaram diretamente os setores da economia e a vida do povo nordestino. Na Paraíba, esse fenômeno provocou impactos tanto sociais quanto econômico e afetou a vida de toda a população do Estado, principalmente na zona rural. A segurança hídrica, a agricultura e a criação de animais sofreram prejuízos que provocaram a redução de todos os índices, tanto na quantidade, quanto na produtividade. Assim, o presente artigo relata as condições registradas neste período e as ações promovidas pelo governo da Paraíba para amenizar as dificuldades enfrentadas pelo povo em razão dessa prolongada estiagem.

**Palavras-chave:** Seca na Paraíba. Vulnerabilidade climática.

## Abstract

*The Northeast of Brazil has been devastated, in the 2012-2016 period, by a severe drought cycle. Its impacts directly affected the region's economy and the lives of its people. In the state of Paraíba, this phenomenon caused social and economic impacts and affected the lives of the whole population, especially in the rural areas. Water safety, agriculture and livestock all suffered damages that reduced indexes, both in quantity and productivity. Therefore, this article reports the conditions registered in this period and the action promoted by the government of Paraíba to mitigate the difficulties faced by its population due to this prolonged drought.*

**Keywords:** Drought in Paraíba. Climate vulnerability.

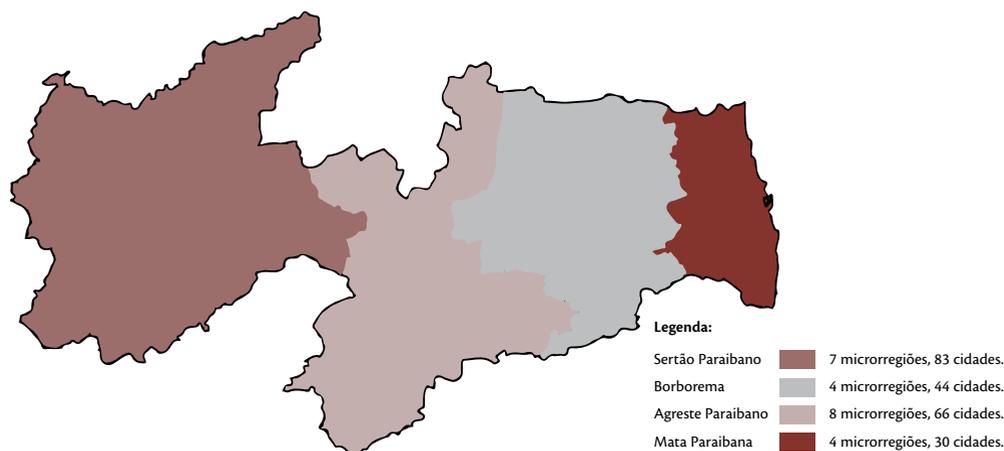
1 PhD em Meteorologia, Gerente executivo de Monitoramento e Hidrometria da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (Aesa), em Campina Grande (PB).

2 Engenheiro Civil, Gerente operacional de Proteção e Defesa Civil da Gerência Executiva Estadual de Defesa Civil da Paraíba, em João Pessoa (PB).

## 1. Introdução

O Estado da Paraíba possui 223 municípios. A sua superfície é de 56.372 km<sup>2</sup>, correspondendo a 0,6 % do território nacional e a 3,6% do Nordeste, sendo que 97,78% de sua área total encontra-se inserida no Polígono das Secas - delimitação esta com 170 municípios (FRANCISCO, 2010). A população do Estado é de 3.766.528 habitantes, sendo 2.838.678 da zona urbana e 927.850 da zona rural (IBGE, 2010).

A Região Semiárida do Estado inclui, basicamente, às mesorregiões do Agreste Paraibano, de Borborema e do Sertão Paraibano (MOREIRA, 1989), como demonstrado na Figura 1. Tais áreas são sujeitas caracteristicamente aos impactos da estiagem que, de forma prolongada, é considerada como seca.



**Figura 1.** Mesorregiões da Paraíba

Fonte: Gerência Executiva Estadual de Defesa Civil da Paraíba.

Nessa área, prevalecem quase totalmente rochas cristalinas, solos rasos e baixos índices anuais de precipitações pluviométricas, estas variando de 300 a 800 milímetros (mm) e com ocorrência no período chuvoso de 03 a 05 meses (AESA, 2006).

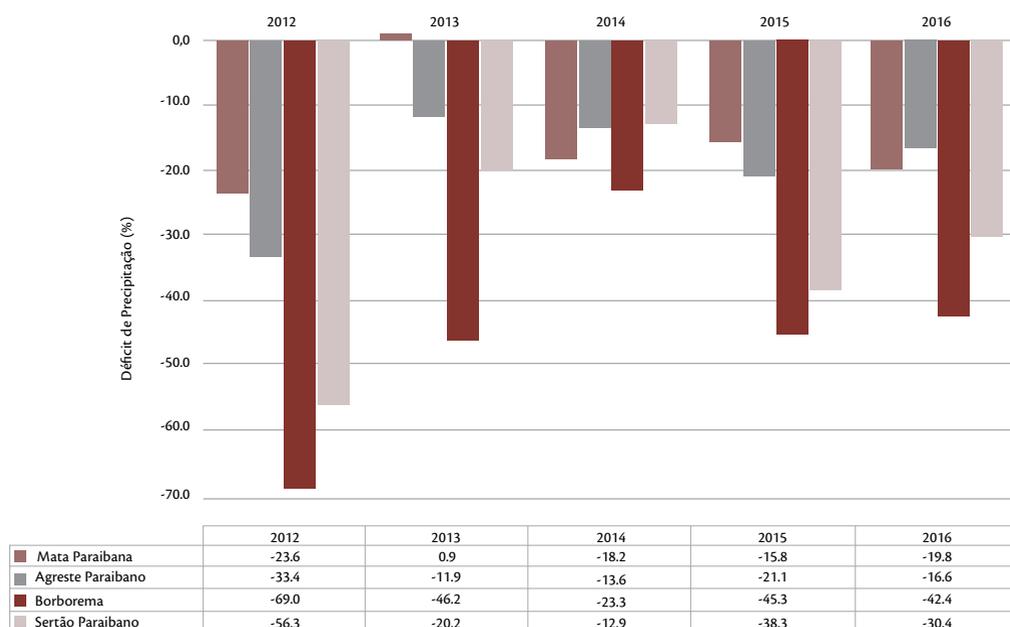
A insolação (ATLAS, 2000)<sup>3</sup> é, em média, de 2.800 h/ano. A umidade relativa do ar fica em torno de 60% (baixa) e a evaporação, em torno de 2.000 mm/ano (alta).

<sup>3</sup> Insolação pode ser representada pelo símbolo de Desvio padrão da insolação (h). Fonte: <[http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Atlas\\_Solarimetrico\\_do\\_Brasil\\_2000.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Atlas_Solarimetrico_do_Brasil_2000.pdf)>.

Esses fatores contribuem com o regime intermitente dos rios e também influenciam a hidrogeologia. Os lençóis confinados mais profundos ocorrem nas fraturas ou fendas, com vazões de 500 a 2000 litros por hora (l/h). A água é, geralmente, de má qualidade, devido ao grande teor de sais, e, na maioria das vezes, considerada imprópria para o consumo humano (AESAs, 2006).

Ao longo do período de estiagem prolongada, de 2012 a 2016, como representado no Gráfico 1, foram verificados elevados déficits de precipitação. A estiagem impactou negativamente no clima em todas as mesorregiões, com os maiores déficits de chuva sendo registrados na mesorregião da Borborema. Em 2012, Borborema apresentou seu maior déficit, quando chegou a 69,0% abaixo da média. Naquele mesmo ano, o Sertão paraibano teve um déficit de 56,3%.

Vale salientar que, apesar da redução do déficit de chuva nos demais anos, a variabilidade temporal e espacial das chuvas não permitiu que houvesse recuperação satisfatória, tanto agrícola quanto do nível dos reservatórios, provocando, assim, aumentando gradativo da deficiência ao longo do período observado.



**Gráfico 1.** Déficit de precipitação registrados no Estado da Paraíba, no período de 2012 a 2016

Fonte: Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (Aesa).

Desse modo, esse período prolongado de estiagem, que assolou todo o Semiárido do Nordeste do Brasil desde 2012, trouxe grandes impactos negativos, principalmente no desenvolvimento das práticas agrícolas de sequeiro e sobre a pecuária, em grande parte do Estado, deixando pequenos agricultores e pecuaristas na luta diária para obter água para o seu próprio sustento.

Nesses anos de seca, os impactos atingiram, de forma direta e indireta, praticamente todas as áreas, retirando grande parte do sustento das famílias do Estado e afetando, assim, todos os setores da economia.

Como demonstram os dados da Tabela 1 fornecidos pela Gerência Executiva Estadual de Defesa Civil da Paraíba (GEEDECPB, 2016), a tragédia da seca foi trazendo prejuízos a um número cada vez maior da população ao longo dos últimos anos.

**Tabela 1.** Número de pessoas afetadas pela estiagem na Paraíba.

Número de pessoas afetadas pela estiagem				
2012	2013	2014	2015	2016
934.711	1.146.466	1.078.450	1.827.845	1.915.660

Fonte: Gerência Executiva Estadual de Defesa Civil da Paraíba.

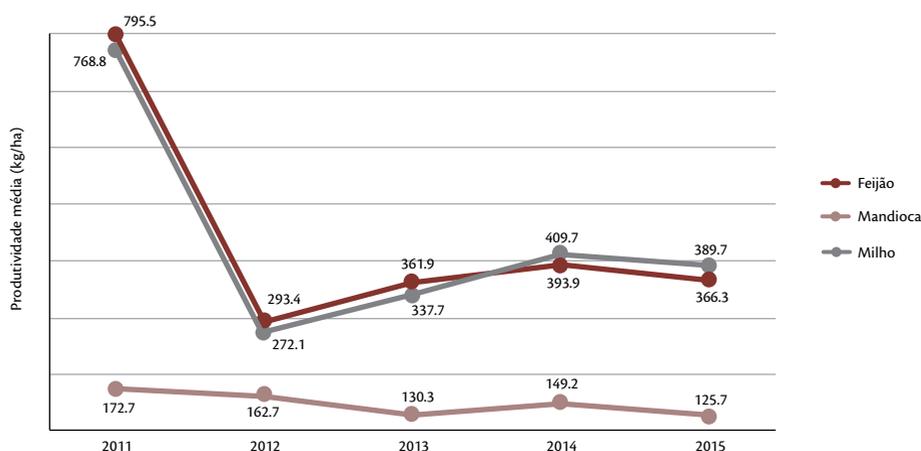
## 2. Impactos da seca na agricultura

Relatando em termos de agricultura de sequeiro e de subsistência, as culturas do milho, do feijão e, muitas vezes, da mandioca, representam três dos principais produtos da lavoura temporária na Paraíba e compõem a cadeia produtiva e alimentar de grande parte dos pequenos e médios agricultores do Estado. Esses cultivares dependem totalmente da evolução das precipitações dentro do período chuvoso e, de acordo com dados da Gerência Executiva Estadual de Defesa Civil (GEEDECPB, 2016), também foram os mais afetados pela estiagem severa registrada entre 2012 e 2016. No primeiro ano dessa série, o milho e o feijão sofreram quedas significativas.

No que diz respeito ao feijão, em 2010, foram colhidas 10.176 toneladas, passando para 37.890 toneladas em 2011 e decrescendo para 3.199 toneladas em 2012. O valor da produção, em 2010, foi de R\$ 18,22 milhões, passando para R\$ 76,81 milhões em 2011 e caindo para R\$ 8,1 milhões em 2012.

A mesma situação foi observada em relação à cultura do milho, cuja produção passou de 11.507 toneladas, em 2010, para 6.548, em 2012. Em 2011, ano atípico, a quantidade produzida foi de 62.426 toneladas, ou seja, entre 2011 e 2012, a redução foi de 89,5%. No que se refere aos valores da produção, estes foram de R\$ 5,5 milhões em 2010, R\$ 34,4 milhões em 2011 e R\$ 4,6 milhões em 2012 (IBGE, 2016).

No Gráfico 2, pode ser avaliada, pelos registros da produtividade, a dimensão do impacto da seca sobre essas três culturas. A produtividade caiu ano a ano, tendo tido influência negativa direta sobre a alimentação e subsistência, principalmente dos pequenos agricultores.



**Gráfico 2.** Produtividade agrícola na Paraíba.

Fonte: Gerência Executiva Estadual de Defesa Civil da Paraíba.

### 3. Impactos da seca em relação ao rebanho

A longa estiagem provocou uma perda de aproximadamente 40% do rebanho do Estado, de acordo com dados da Federação da Agricultura e Pecuária da Paraíba (Faepa). A maior perda desse rebanho ocorreu no período de um ano e meio, a partir de 2012, quando parte desses animais morreu, outros foram levados para o abate sem alcançar o peso ideal e outra parte foi enviada para outros Estados menos atingidos pela seca (FAEPA, 2016).

A seca afetou drasticamente o rebanho bovino. De 2015 para 2016, esse rebanho caiu de 1.354.268 para 967.067 animais – redução de 28,59%, segundo a pesquisa de Produção da Pecuária Municipal, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (IBGE, 2016).

Outros tipos de rebanhos também representativos para o Estado, do mesmo modo, registraram prejuízos. O equino teve redução de 7,30%; o suíno, de 11,75%; o caprino, de 18,54%; e o ovino, de 16,39%.

Nesse mesmo período, de 2012 a 2016, foi perceptível a mortandade do rebanho em virtude da seca, como registrado na Foto 1.



**Foto 1.** Mortandade do rebanho bovino como consequência do impacto da estiagem no Estado da Paraíba

*Fonte: Banco de imagem da Gerência Executiva Estadual de Defesa Civil da Paraíba.*

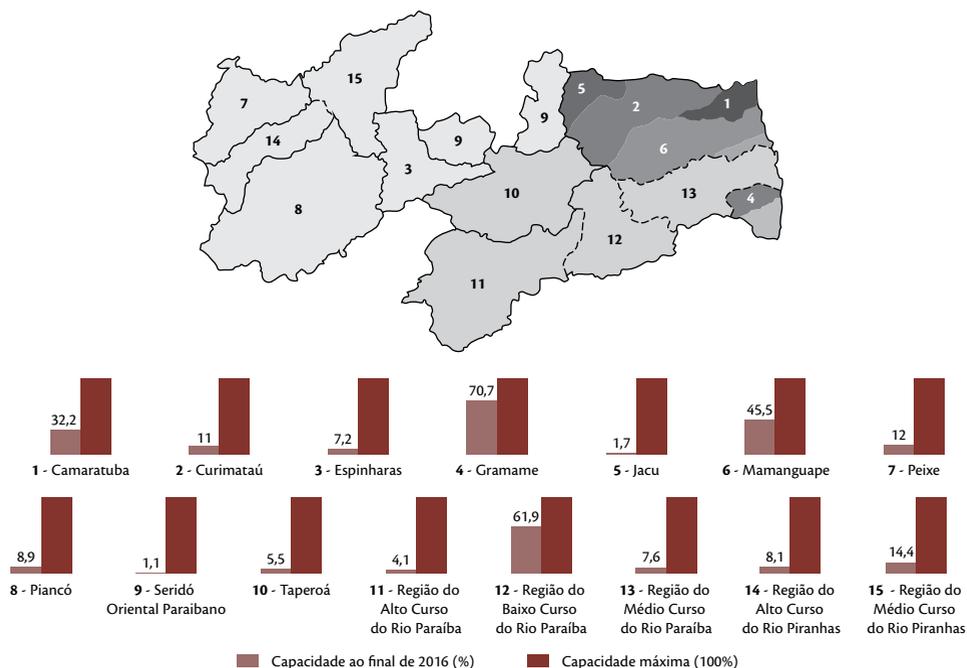
Segundo os dados do IBGE, os problemas climáticos tiveram uma parcela muito significativa de influência na redução da produção pecuária, principalmente em razão da seca que afetou o Norte e o Nordeste do Brasil, regiões estas onde ocorreram as principais variações negativas. Em alguns casos, as reduções foram ocasionadas em função do desestímulo dos produtores em continuar na atividade e em razão dos baixos rendimentos obtidos, o que provocou o envio de animais para descarte.

Por consequência, a Paraíba também teve uma redução significativa na produção de leite, sendo, ainda de acordo com os dados do IBGE, no ano de 2012, a maior queda registrada no País. Em comparação com o ano anterior, as perdas acumuladas chegaram a quase 40%. Houve, além disso, queda na quantidade de vacas ordenhadas (-16,4%) em todo o Estado.

## 4. Impactos da seca para os recursos hídricos

Nos anos 2012 a 2016, as chuvas não foram suficientes para a recarga dos mananciais e, gradativamente, o período prolongado de estiagem acabou por provocar a redução da capacidade hídrica armazenada no Estado.

Os dados da Aesa demonstram que, fora da faixa litorânea, a falta de recargas significativas fez com que, ao final do período analisado, a capacidade total média dos reservatórios fosse de 19,46%, valor este não representativo, se comparado aos reservatórios do setor leste e da região do Litoral Paraibano, que registravam, em média, reservas acima dos 50%. Na Figura 2, são representados os índices médios de acumulação das bacias hidrográficas no Estado da Paraíba, no final de 2016.



**Figura 2.** Capacidade média percentual, por bacia hidrográfica, nos 126 reservatórios monitorados pela AESA, em dezembro/2016

Fonte: Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (Aesa).

No que tange à questão do abastecimento urbano, que é conduzido pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (Cagepa), responsável pelo saneamento do Estado, das 220 localidades onde a empresa opera, o período prolongado de estiagem colocou em colapso, ou seja, sem abastecimento algum, quase 30 municípios e distritos, além de outros 88 em situação de racionamento, como pode ser observado na Tabela 2.

**Tabela 2.** Situação dos sistemas de abastecimento

Sistemas de abastecimento zona urbana			
Municípios		Distritos	
Alerta	26	Alerta	0
Racionamento	77	Racionamento	11
Colapso	23	Colapso	6
Total	126	Total	17
Municípios não abastecidos pela CAGEPA - 27		Municípios com abastecimento normal - 71	

Fonte: Cagepa.

## 5. Ações governamentais para mitigar os impactos da seca

### 5.1. Decretos de Situação de Emergência

Em função das consequências da seca, o governo do Estado decretou em Situação de Emergência 197 municípios da Paraíba, sendo 170 pertencentes ao Semiárido e 27 localizados fora do Semiárido, conforme determinam a Lei Federal n.º 12.608, de 10 de abril de 2012, e a Instrução Normativa n.º 01, de 24 de agosto de 2012, emitida pelo Ministério da Integração Nacional.

A Situação de Emergência referente aos municípios do Semiárido - declarada pelo governo da Paraíba por meio do Decreto Estadual n.º 35.817, de 17 de abril de 2015, publicado no Diário Oficial do Estado em 18 de abril de 2015 - foi oficialmente reconhecida pelo governo federal por meio da Portaria n.º 071, de 22 de abril de 2015, publicada no Diário Oficial da União (DOU) em 23 de abril de 2015.

A declaração do governo paraibano referente aos municípios localizados fora do Semiárido - feita por meio do Decreto Estadual nº 35.856, de 08 de maio de 2015, publicado no Diário Oficial do Estado em 10 de maio de 2015 – reconhecida pelo governo federal por meio da Portaria nº 95, de 15 de maio de 2015, publicada no DOU em 18 de maio de 2015.

## 5.2. Abastecimento de água potável por meio de carros-pipas

As iniciativas do governo do Estado da Paraíba de enfrentamento dos efeitos da seca têm tido como prioridades: a recuperação do sistema de abastecimento de água nas localidades em colapso hídrico parcial ou total; e a mitigação dos impactos desses colapsos. Nos municípios que convivem com tal situação, uma dessas ações corresponde ao abastecimento de água para as comunidades por meio do programa de carros-pipas. O programa é desenvolvido por meio de convenio firmado entre os governos estadual e federal, como demonstrado na Tabela 3 e na Foto 2.

**Tabela 3.** Quantitativo de carros-pipas que atenderam a comunidades no período de estiagem

Carros-pipas do Exército	Carros-pipas conveniados da Defesa Civil	Carros-pipas do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC)	Carros-pipas das Secretarias de Estado da Infraestrutura da Paraíba (SEIE)
1.090	140	201	600

Fonte: Gerência Executiva Estadual de Defesa Civil da Paraíba.



**Foto 2.** Abastecimento de água para as comunidades por meio do programa de carros-pipas

Fonte: Banco de imagem da Gerência Executiva Estadual de Defesa Civil da Paraíba.

### 5.3. Perfuração e recuperação de poços para reforçar o abastecimento de água

Dentre as ações governamentais para prover o abastecimento de água às comunidades, a Companhia de Desenvolvimento de Recursos Minerais da Paraíba (CDRM/PB) desenvolveu o programa de perfuração e recuperação de poços, em 146 municípios, conforme dados da Tabela 4 e o registro da Foto 3.

**Tabela 4.** Total de ações efetuadas pela CDRM/PB no período de 2012 a 2016

Poços	Poços CDRM/PB (Período de 2012/2016)			
	Recuperados	C/vazão	Seco	Total
	486	391	555	1432

Fonte: Gerência Executiva Estadual de Defesa Civil.



**Foto 3.** Perfuração e recuperação de poços na Paraíba

Fonte: Banco de imagem da Gerência Executiva Estadual de Defesa Civil da Paraíba.

## 5.4. Ações diversas

### Construção de sistemas de abastecimento de água



**Foto 4.** Programa de recuperação de sistemas de abastecimento

*Fonte: Banco de imagem da Gerência Executiva Estadual de Defesa Civil da Paraíba.*

### Construção de barragens subterrâneas



**Foto 5.** Programa de construção de barragens subterrâneas

*Fonte: Banco de imagem da Gerência Executiva Estadual de Defesa Civil da Paraíba.*

## Construção e recuperação de barragens



**Foto 6.** Construção da barragem de Jandaia – Bananeiras

*Fonte: Banco de imagem da Gerência Executiva Estadual de Defesa Civil da Paraíba.*

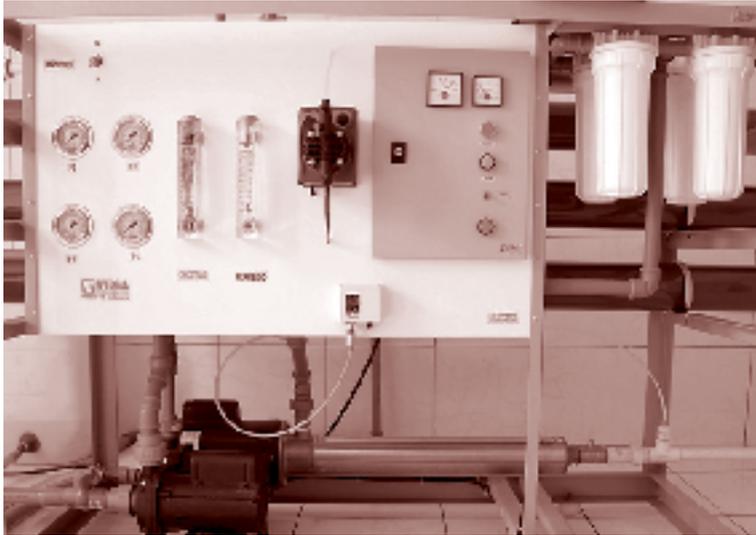
## Construção de cisternas



**Foto 7.** Construção da barragem de Jandaia – Bananeiras

*Fonte: Banco de imagem da Gerência Executiva Estadual de Defesa Civil da Paraíba.*

### Instalação e recuperação de sistemas dessalinizadores



**Foto 8.** Programa de recuperação e instalação de sistemas de dessalinização

*Fonte: Banco de imagem da Gerência Executiva Estadual de Defesa Civil da Paraíba.*

### Construção de adutoras de engate rápido para atendimento de emergência das comunidades carente e de sedes de municípios com sistemas em colapso



**Foto 9.** Programa de construção de adutoras de engate rápido

*Fonte: Banco de imagem da Gerência Executiva Estadual de Defesa Civil da Paraíba.*

## Ação da Secretaria de Agricultura do Estado da Paraíba de distribuição de ração animal em 56 municípios da região da Borborema



**Foto 10.** Programa de distribuição de ração animal

*Fonte: Gerência Executiva Estadual de Defesa Civil da Paraíba.*

Entre outras iniciativas desenvolvidas pelo Governo do Estado da Paraíba, por meio da Gerência Executiva Estadual de Defesa Civil, em parceria com a Secretaria Nacional de Defesa Civil, que permaneceram em atividade desde o período da estiagem, podem ser citadas:

- **Convênios com o Ministério do Desenvolvimento Social (MDS)** para a construção de 11mil cisternas, com capacidade para 52 mil litros, em comunidades e escolas de 72 municípios das regiões do Brejo, Curimataú, Sertão e Cariri;
- **Programa de manutenção do rebanho**, com a distribuição subsidiada de silagem de milho, torta de algodão e farelo de sorja, em 09 polos de atendimentos. Direcionado a produtores rurais, o programa é administrado pela Empresa Paraibana de Abastecimento e Serviços Agrícolas (Empasa);
- **Programa de Banco de Sementes Comunitárias**, safra 2011-2012, lançado pela Secretaria do Desenvolvimento da Agropecuária e da Pesca (Sedap), para a introdução da semente selecionada de sorgo tipo ponta negra e do milho BRS 151, o milheto; e

- **Programa de distribuição de mudas**, com entrega de 1 milhão de raquetes/mudas de palmas forrageira da variedade Palmepa PBI, resistente à cochonilha de carmim e a outras pragas. A ação é coordenada pela Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (Emepa).

## Referências

ATLAS SOLARIMÉTRICO DO BRASIL: banco de dados solarimétricos. Coord. TIBA, C. *et al.* Recife : Ed. Universitária da UFPE, 2000. 111 p. Disponível em: <[http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Atlas\\_Solarimetrico\\_do\\_Brasil\\_2000.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Atlas_Solarimetrico_do_Brasil_2000.pdf)>.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Instrução Normativa nº 01, de 24 de agosto de 2012**. Estabelece procedimentos e critérios para a decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública pelos Municípios, Estados e pelo Distrito Federal, e para o reconhecimento federal das situações de anormalidade decretadas pelos entes federativos e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.integracao.gov.br/c/document\\_library/get\\_file?uuid=822a4d42-970b-4e80-93f8-daae395a52d1&groupId=301094](http://www.integracao.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=822a4d42-970b-4e80-93f8-daae395a52d1&groupId=301094)>.

\_\_\_\_\_. Presidência da República. **Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012**. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nos 12.340, de 10 de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm)>.

FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DA PARAÍBA - FAEPA. **Informativos FAEPA**, 2016. <Disponível em: <<http://faepapb.com.br/publicacoes/>> Acesso em: jun. 2017.

FRANCISCO, P.R.M. **Classificação e mapeamento das terras para mecanização do Estado da Paraíba utilizando sistemas de informações geográficas**. 2010. 122f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo demográfico 2010. Famílias e domicílios: resultados da amostra.** IBGE, 2010. Disponível em: Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/entorno/default\\_entorno.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/entorno/default_entorno.shtm)> Acesso em: jun. 2017.

\_\_\_\_\_. **Produção agrícola municipal** (Economia, Agropecuária, PAM). IBGE, 2016. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa\\_resultados.php?id\\_pesquisa=44](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=44)> Acesso em: jun. 2017.

MOREIRA, **Mesorregiões e microrregiões da Paraíba: delimitação e caracterização.** João Pessoa: Gasplan, 1989. 74p.

PARAÍBA. Gerência Executiva Estadual de Proteção e Defesa Civil do Estado da Paraíba - GEEDEC-PB. **Relatório de Estiagem (2012 / 2015).** Relatório Interno. 2016. 16p.

\_\_\_\_\_. Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba - AESA. PERH-PB: **Plano Estadual de Recursos Hídricos: Resumo Executivo e Atlas.** Brasília, 112p. 2006.

PARAIBA. Governo do Estado. **Decreto nº 35.817 de 17 de abril de 2015.** Decreta situação anormal caracterizada como SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA as áreas dos municípios, constante do ANEXO ÚNICO afetadas por ESTIAGENS (COBRADE 1.4.1.1.0), e dá outras providências. Disponível em: <<http://static.paraiba.pb.gov.br/2015/04/Diario-Oficial-18-04-2015.pdf>>.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Decreto nº 35.856 de 08 de maio de 2015.** Decreta situação anormal caracterizada como SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA as áreas dos municípios, constante do ANEXO ÚNICO afetadas por ESTIAGENS (COBRADE-1.4.1.1.0) e dá outras providências. Disponível em: <<http://static.paraiba.pb.gov.br/2015/05/Diario-Oficial-10-05-2015.pdf>>.

\_\_\_\_\_. SECRETÁRIA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL. **Portaria nº 71, de 22 de abril de 2015.** Reconhece, em decorrência de estiagem, COBRA-DE: 1.4.1.1.0, a situação de emergência por procedimento sumário nos municípios listados na tabela. Disponível em: <<https://www.escavador.com/diarios/189663/DOU/secao-1/2015-04-23?page=15>>.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Portaria nº 95, de 15 de maio de 2015.** Reconhece situação de emergência por procedimento sumário em municípios do Estado da Paraíba. Disponível em: <[https://www.jusbrasil.com.br/diarios/92071287/dou-secao-1-18-05-2015-pg-27?ref=next\\_button](https://www.jusbrasil.com.br/diarios/92071287/dou-secao-1-18-05-2015-pg-27?ref=next_button)>.

# Secas de 2010 a 2016 no Piauí: impactos e respostas do Estado em articulação com os programas nacionais

Milcíades Gadelha de Lima<sup>1</sup>, Adeodato Ari Cavalcante Salviano<sup>2</sup>, Francisco Ferreira Santana<sup>3</sup>,  
Sônia Maria Ribeiro Feitosa<sup>4</sup>

## Resumo

Este trabalho tem como objetivos avaliar os impactos da seca de 2010-2016 no Estado do Piauí e compreender como ocorreu o seu combate por meio das políticas públicas. Para isso, fez-se necessário analisar as fontes acerca do tema para entender as medidas realizadas pelo governo e, do mesmo modo, verificar a efetividade das políticas implementadas com a finalidade de mitigar os problemas enfrentados pela população em decorrência da seca. O artigo expõe, ainda, uma

## Abstract

*This article aims at evaluating the impacts of the 2010-2016 drought in the State of Piauí and to understand how, through public policies during the aforementioned period, it was dealt with. In order to do this, it was necessary to analyze the sources of the topic studied to understand the measures carried out by the Government, as well as analyzing the effectiveness of the policies that were implemented in order to mitigate the problems faced by the population due to the*

- 
- 1 Engenheiro Agrônomo (UFRPE), mestre em Agrometeorologia (Esalq/USP), doutor em Agronomia pela Esalq/USP. Experiência em Meteorologia e Climatologia. Diretor administrativo da Fundação Agente para o Desenvolvimento do Agronegócio e Meio Ambiente. Professor da Universidade Federal do Piauí (UFPI).
  - 2 Engenheiro Agrônomo (UFC), mestre em Agronomia (UFRGS), doutor em Agronomia (Esalq/USP). Experiência em Manejo e Conservação do Solo e da Água. Diretor-Presidente da Fundação Agente para o Desenvolvimento do Agronegócio e Meio Ambiente. Professor da UFPI.
  - 3 Engenheiro Agrônomo (UFPI), mestre em Agronomia (UFBA), doutor em Agronomia (Unesp/UFPI). Experiência em horticultura, fruticultura e produção de mudas. Vice-diretor da Fundação Agente para o Desenvolvimento do Agronegócio e Meio Ambiente. Professor da UFPI.
  - 4 Graduada em Meteorologia (UFPB). Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Especialista em Ciências Ambientais (UFPI) e em Educação, Políticas Públicas e Desenvolvimento Sustentável (Brasil-UFPI/Itália-UNIVR). Gerente de Hidrometeorologia da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Semar/PI).

caracterização do Estado do Piauí, a distribuição das chuvas nesta unidade da Federação, no período de 2010 a 2016, o impacto da seca nas principais culturas temporárias e permanentes, nos recursos hídricos e no abastecimento de água. Finalmente, trata da política de secas do Estado do Piauí e da articulação com os programas nacionais.

*drought. The article also shows a profile of the State of Piauí in the 2010-2016 timeframe, the impact of the drought on its main temporary and permanent cultures, on its water resources and on the water supply. Finally, the drought policy of the State of Piauí and the articulation with the national programs are addressed.*

**Palavras-chave:** Impactos da seca no Piauí. Políticas de seca.

**Keywords:** *Drought impact on the State of Piauí. Drought policies.*

## 1. Introdução

O relato da estiagem no Nordeste brasileiro data dos primórdios da colonização. Já o combate à seca existe há menos de dois séculos. A partir da grande seca de 1877/79, quando o governo imperial procurou meios para ajudar as populações que sofriam com os flagelos da seca, por meio de assistência alimentícia, médica e com trabalho, inaugurou-se o que hoje é conhecida como Política de Emergência (LUZ, 2013).

No Piauí, os primeiros relatos sobre a seca e seus efeitos são mais tardios em relação às demais províncias. Pereira da Costa, em sua Cronologia “História do Estado do Piauí”, faz menção às secas nesta província nos anos de 1723 e 1792, “as quais trouxeram prejuízos à lavoura e à criação de gado” (ARAÚJO, 1991).

As etapas essenciais que levaram a inclusão do Piauí dentro da região problema do Nordeste, o “Polígono das secas”, remonta ao início do século passado. De acordo com a nova delimitação do Semiárido brasileiro, o Piauí conta com 127 municípios inseridos no clima semiárido, representando 59,9% da superfície do Estado (BRASIL, 2005). Apesar das diferenças metodológicas, há muita semelhança entre as duas classificações.

O Piauí foi parcialmente incluído em 1936, 1945 e totalmente inserido em 1951. Tradicional fornecedor de alimentos, foi inicialmente incluído pelo fato de dispor de áreas propícias ao acolhimento de excedentes populacionais da parte oriental do polígono e possuir recursos d’água perenes.

Não obstante o acerto das medidas tomadas com relação ao problema nordestino, o Piauí evoluiu da sua condição de anti-nordeste para a condição de extremo-nordeste em que aparece hoje, como um dos estados mais pobres da região mais pobre do país. Segundo dados do IBGE, o Produto Interno Bruto (PIB) do Piauí referente ao ano de 2014 subiu uma posição no ranking (0,7%), assumindo a 21ª posição, ficando à frente de Sergipe (0,6%), que caiu para a 22ª posição. Dessa forma, foi um dos cinco estados que apresentaram maior crescimento.

O conceito de seca está intimamente relacionado ao ponto de vista do observador. Embora a causa primária das secas resida na insuficiência ou na irregularidade das precipitações, existe uma sequência de causas e efeitos na qual o efeito mais próximo de uma seca torna-se a causa de outro efeito e esse passa a ser denominado também de seca (CAMPOS, 2001).

A região do semiárido piauiense apresenta alta irregularidade de chuvas. Chove intensamente em poucas horas e se passam muito dias sem chuva. Esse tipo de fenômeno causa danos e prejuízos principalmente nas lavouras de subsistência, já que as plantas utilizadas para o consumo não estão tão adaptadas ao clima, solo e principalmente às chuvas dispersas.

O autor Manoel Domingos Neto em sua obra *Seca Seculorum*, afirma que no Piauí o drama não vem do céu. “A sociedade, tal como está organizada, é que não permite aos agricultores nordestinos tirar proveito”.

Então caberia dizer que o problema da “seca” no Piauí não está na falta d’água, e sim na sociedade e na irregularidade das chuvas. Mas porque o problema está na organização da sociedade e na economia?

Durante séculos, a base da sociedade e economia piauiense e também do interior nordestino esteve na pecuária. Devido à criação de gado nas gigantescas e poucas fazendas, precisava-se de pouca mão-de-obra para exercer essa atividade. A população piauiense era bastante reduzida, e a base da alimentação era a carne bovina e produtos vindos das áreas florestais e de pequenas lavouras para autoconsumo.

A partir do final do século XIX e início do século XX, o Piauí passou a viver uma espécie de transição da economia pecuarista para a economia extrativista. O extrativismo, ao contrário da pecuária, requeria uma maior mão-de-obra. Conseqüentemente houve o aumento da população no Piauí, e, para alimentar esse número maior de pessoas, passou-se a depender cada vez mais da produção agrícola. Assim, as pequenas lavouras de subsistência passaram a formar, junto com extrativismo, uma das bases da economia piauiense.

Esse conceito é reafirmado por Manoel Domingos Neto, que diz: quanto maior o crescimento da economia, maior o crescimento da população. O que se percebe é que a seca atinge com maior intensidade as áreas com maior crescimento econômico e demográfico. Então, foi a partir de fins do século XIX, quando o Piauí passa a conviver com mudanças na sua estrutura socioeconômica, que a região fica cada vez mais suscetível ao fenômeno da seca. Pode-se afirmar que com a consolidação dessa nova estrutura socioeconômica as catástrofes climáticas tornam-se cada vez mais frequentes no Piauí, pois “o clima não sofreu alterações substanciais, somente a organização socioeconômica. É esta, de fato, a responsável pelo surgimento e expansão da seca”.

No Piauí, a construção de açudes e poços foi bem menor do que nos outros estados do Nordeste seco, talvez pelo fato do Piauí possuir uma boa quantidade de água subterrânea e de rios perenes em relação ao restante da Região. O que se pode concluir é que “a solução hidráulica, no que concerne especificamente à ampliação da oferta de água, repercutiu muito pouco no Piauí.” (DOMINGOS NETO, 1987).

Este trabalho tem como objetivo avaliar os impactos da seca de 2010-2016 no Estado do Piauí e compreender como ocorreu o combate à seca, por meio das políticas públicas durante esse período. Para isso, fez-se necessário analisar as fontes acerca do tema estudado para entendermos as medidas realizadas pelo Governo e, junto a isso, as fontes orais para vermos se realmente essas políticas implementadas resolveram o problema da população e conseqüentemente amenizaram o sofrimento causado em decorrência da seca.

Além desta introdução, o artigo está organizado em quatro seções. Na primeira, apresenta-se uma caracterização do Estado do Piauí. Na segunda, a distribuição das chuvas no Piauí no período de 2010 a 2016. A terceira, o impacto da seca nas principais culturas temporárias e permanentes, nos recursos hídricos e no abastecimento de água. Finalmente, a quarta parte trata da política de secas do Estado e a articulação com os programas nacionais.

## 2. Caracterização do Estado do Piauí

O Estado do Piauí está localizado a noroeste da Região Nordeste e tem como limites o Oceano Atlântico (N), Ceará e Pernambuco (L), Bahia (S e SE), Tocantins (SO) e Maranhão (O e NO) (Figura 1). Ocupa uma área de 252.378 km<sup>2</sup>, correspondendo a 2,9% do território brasileiro. Está situado entre 02°44'49" e 10°55'05" de latitude Sul e entre 40°22'12" e 45°59'42" de longitude Oeste. O efeito continentalidade se reflete no clima.



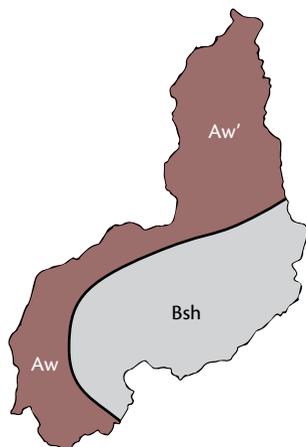
Figura 1. Mapa do Piauí

Fonte: IBGE.

## 2.1. Clima

Segundo a classificação climática de Köppen, o Estado do Piauí apresenta três tipos de clima: a) quente e úmido, com chuvas de verão e outono ( $Aw'$ ), que ocorrem no norte do Estado; b) quente e úmido, com chuvas de verão que atingem o centro-sul e sudoeste do Estado ( $Aw$ ) e c) Semiárido ( $BShw$ ), caracterizado por curta estação chuvosa no verão, com diminuição das precipitações de Oeste para Leste, acarretando aumento da duração do período seco no leste e sudeste do Estado. No Semiárido, as secas se manifestam com maior frequência e intensidade, com impactos mais acentuados, afetando a produção agrícola e o abastecimento de água (Figura 2).

Com clima tipicamente tropical, o Piauí apresenta temperaturas médias elevadas, variando entre  $18^{\circ}\text{C}$  (mínimas) e  $39^{\circ}\text{C}$  (máximas). A umidade relativa do ar oscila entre 60 e 84%. No litoral e às margens do rio Parnaíba, os níveis anuais de precipitação situam-se entre 1.000 e 1.600 mm. A frequência de chuvas diminui à medida que se avança para a região sudeste do Estado, porém, níveis anuais médios de precipitação abaixo de 800 mm são encontrados apenas em 35% do território piauiense, coincidindo com o Semiárido.



**Figura 2.** Mapa do Estado do Piauí com a classificação climática proposta por Köppen

Fonte: PIAUÍ (2010).

## 2.2. Vegetação

Em decorrência de sua posição, o Piauí caracteriza-se, em termos fisiográficos, como uma típica zona de transição, apresentando regiões com aspectos do Semiárido nordestino, da Pré-Amazônia e do Planalto Central do Brasil, refletindo as condições de umidade das diversas zonas.

## 2.3. Geologia e geomorfologia

Sob o aspecto geológico, o Piauí é dividido em duas grandes províncias, sendo a primeira a grande Bacia Sedimentar do Piauí/Maranhão, formada de rochas sedimentares, ocupando um espaço equivalente a 84% do território piauiense. A segunda província é formada por rochas cristalinas e metamórficas, situadas no contato Leste e Sudeste do Estado, correspondendo a 16% do espaço geográfico estadual. O caráter cristalino dessa formação geológica é uma característica marcante do Semiárido piauiense (PAE-PI, 2010).

As formas do relevo podem ser classificadas em seis tipos: depressões periféricas, chapadões do alto-médio Parnaíba, planalto oriental da bacia Maranhão/Piauí, baixos planaltos do médio-baixo Parnaíba, tabuleiros pré-litorâneos e planície costeira (PAE-PI, 2010).

## 2.4. Solos

Os solos do Piauí são na maioria extremamente intemperizados, ácidos, com baixa disponibilidade de nutrientes. Dentre eles, destacam-se os latossolos como pertencentes à classe de solos de maior abrangência espacial do Piauí, com cerca de 111 mil quilômetros quadrados ou pouco mais de 11 milhões de hectares correspondendo a 44,27% da superfície estadual. Os estudos também demonstram que esta classe de solos se estende por todas as regiões do Estado, compreendendo superfícies contínuas ou não, cartografadas sob as mais diversas situações altimétricas, de relevo e localização no espaço estadual. Em seguida, destacam-se os argissolos, com 40.603 km<sup>2</sup>, equivalentes a pouco mais de 4 milhões de hectares ou 16,59% da superfície do Estado (EMBRAPA, 1999).

## 2.5. Recursos hídricos do Piauí

A água apresenta-se como um recurso indispensável ao desenvolvimento econômico das sociedades e ao bem-estar social das populações de qualquer região, podendo em muitos casos revelar-se um fator condicionante dele. Associado ao desenvolvimento social, econômico e ambiental das sociedades, está um significativo aumento das demandas hídricas e uma crescente competição entre os diferentes usuários que tornam mais graves os problemas resultantes da falta de água ou, ainda, da sua má qualidade. (PERH, 2010).

Nestas condições, os processos de planejamento dos recursos hídricos requerem, para além de um rigoroso conhecimento dos recursos disponíveis numa dada região, uma adequada caracterização das demandas hídricas para cada um dos vários usos existentes.

O Piauí coincide quase na totalidade com a bacia hidrográfica do Rio Parnaíba (Figura 3), o segundo maior rio do Nordeste, depois do Rio São Francisco. Apesar da abundância de recursos hídricos no Rio Parnaíba, boa parte do território do Piauí localiza-se na região de clima semiárido. Esta região de recursos hídricos mais escassos fica situada na zona Sudeste do Estado (Figura 4), junto à divisa com os estados do Ceará, Pernambuco e Bahia.

Assim sendo, o problema dos recursos hídricos no Piauí não se relaciona com os aspectos quantitativos globais, mas sim com a má distribuição dos recursos pelo território. A infraestrutura hídrica construída, nomeadamente no que se refere a barragens para armazenamento de água, é relativamente escassa, precisando ainda ser ampliada.



**Figura 3.** Sub-Bacias Hidrográficas do Rio Parnaíba no Estado do Piauí

Fonte: PIAUÍ (2010).



**Figura 4.** Mesorregiões do Piauí

Fonte: [www.baixarmapas.com.br](http://www.baixarmapas.com.br).

No entanto, o Piauí conta com uma importante contribuição das águas subterrâneas, dadas às boas características hidrogeológicas do Estado, na bacia sedimentar do Parnaíba. Os sistemas aquíferos do Piauí constituem-se como importantes reservatórios naturais, oferecendo volumes de armazenamento que, em muitas situações, serão suficientes para a satisfação das demandas locais (Figura 5).



**Figura 5.** Limites geológicos do Estado do Piauí

Fonte: PIAUÍ (2010).

Quanto às águas subterrâneas do Estado, mais uma vez é a distribuição espacial que se apresenta como menos favorável. A zona com piores condições para exploração, tanto em termos de quantidade como de qualidade, onde o cristalino predomina com aquíferos fissurais, coincide com a região onde os recursos superficiais também escasseiam, por se tratar de áreas de cabeceiras de bacias situadas na já referida região de clima semiárido (Figura 6).

Atualmente o nível de utilização dos recursos hídricos no Estado é ainda reduzido, havendo grande margem de expansão para o aumento do consumo de água, em particular associado à agricultura irrigada.

Do ponto de vista da qualidade das águas no Piauí, a situação não é preocupante, dado o baixo nível de poluição industrial e o reduzido desenvolvimento da agricultura intensiva. Este último apresenta-se como o grande problema potencial para o futuro. A maior parte dos problemas existentes atualmente encontra-se ligada à poluição causada por núcleos urbanos (esgotos não tratados, lixões).

O Rio Parnaíba e alguns de seus afluentes, entre eles o Uruçuí Preto e o Gurguéia, ultrapassam conjuntamente 2.600 km de extensão em seus cursos permanentes. O Estado conta ainda com lagoas de notável expressão, tais como a de Parnaguá, Buriti e Cajueiro, que vêm sendo aproveitadas em projetos de irrigação e abastecimento de água.

A escassez de água, aliás, tem sido historicamente apontada como um dos principais motivos para o baixo índice de desenvolvimento econômico e social. Entretanto, os aquíferos apresentam

o maior potencial hídrico da Região Nordeste e podem, se explorados de maneira sustentável, representar um grande diferencial em relação às demais áreas do Nordeste no que se refere à possibilidade de promover o desenvolvimento econômico e social.

### 3. Distribuição das chuvas no Estado do Piauí no período de 2010 a 2016

A distribuição interanual das chuvas no Estado do Piauí durante o período de 2010 a 2016 pode ser observada nas Tabelas 1, 2 e 3 e na Figura 1. O Estado foi dividido em três regiões distintas, norte, central e sul. Na região norte, o ano de 2011 foi o mais chuvoso (1.306 mm), enquanto que no ano de 2013 o total de chuvas foi de 314,8 mm, com os desvios variando de -13,9 mm a -1.005,2 mm, respectivamente (Tabela 1). Na região central, onde se concentra a maioria dos municípios do Semiárido do Piauí, somente no ano de 2010 as chuvas se situaram acima da média histórica, com desvios positivos. A partir de 2011 houve um decréscimo acentuado das precipitações, com desvios acentuados, atingindo o máximo em 2016, com valores da ordem de -577,5 mm (Tabela 2). Já na região sul do Estado, os desvios foram negativos nos anos de 2010 e 2011. De 2012 a 2014, os desvios foram positivos. Os anos de 2015 e 2016 apresentaram chuvas abaixo da média histórica, com desvios negativos, atingindo valores da ordem de - 409,8 mm (Tabela 3). No Gráfico 1, é representada a distribuição das chuvas em todo o Estado. Como pode ser observado, os desvios foram negativos em todo o período 2010-2016, agravando-se nos anos de 2015 e 2016, quando alcançaram - 538,3 mm e - 517,0 mm, respectivamente. Observa-se, entretanto, que as chuvas são irregularmente distribuídas no Piauí, tanto em termos temporais como espaciais. Dificilmente, ocorre uma seca simultaneamente em todo o território piauiense. Na região sul do Estado, desvios para baixo na precipitação geralmente implicam na ocorrência de secas, com seus impactos econômicos, sociais e ambientais.

**Tabela 1.** Distribuição anual das chuvas na região norte do Piauí (2010-2016)

Ano	Observada (mm)	Média climatologia anual (mm)	Desvio (%)	Desvio (mm)
2010	971,0	1320,0	-26,4	-349,0
2011	1306,1		-1,1	-13,9
2012	314,8		-76,2	-1005,2
2013	1020,2		-22,7	-299,8
2014	980,7		-25,7	-339,3
2015	566,6		-57,1	-753,4
2016	756,4		-42,7	-563,6

**Tabela 2.** Distribuição anual das chuvas na região central do Piauí (2010-2016)

Ano	Observada (mm)	Média climatologia anual (mm)	Desvio (%)	Desvio (mm)
2010	1.219,9	1055,0	15,6	164,9
2011	1.050,9		-0,4	-4,1
2012	949,5		-10,0	-105,5
2013	661,4		-37,3	-393,6
2014	650,8		-38,3	-404,2
2015	581,7		-44,9	-473,3
2016	477,5		-54,7	-577,5

**Tabela 3.** Distribuição anual das chuvas na região sul do Piauí (2010-2016)

Ano	Observada (mm)	Média climatologia anual (mm)	Desvio (%)	Desvio (mm)
2010	747,36	795,0	-6,0	-47,6
2011	611,78		-23,0	-183,2
2012	914,6		15,0	119,6
2013	862,2		8,5	67,2
2014	977,2		22,9	182,2
2015	407,0		-48,8	-388,0
2016	385,2		-51,5	-409,8

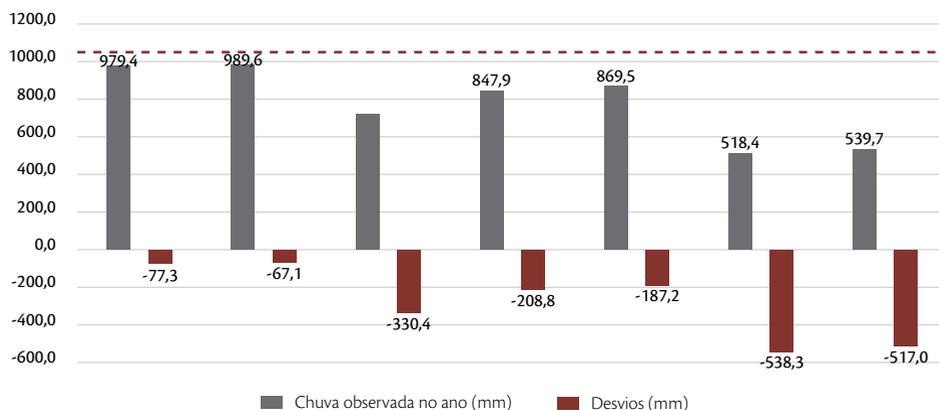


Gráfico 1. Distribuição anual e desvio das chuvas no Piauí no período de 2010 a 2016

## 4. Impactos da seca (2010-2016) nas principais culturas e no rebanho do Estado do Piauí

Os desvios na produção agrícola observados nos anos caracterizados por níveis anormalmente baixos de precipitação (em relação à média climatológica) podem ser atribuídos à seca. Partindo deste pressuposto, uma simples comparação de produções agrícolas do tipo “antes e depois” fornece uma estimativa das perdas impostas pela seca. Este critério tem sido adotado pelo Levantamento Sistemático da Produção Agrícola do IBGE (IBGE/LSPS), para o cálculo das perdas das principais culturas temporárias e permanentes.

Por outro lado, estudos que recorrem a métodos econométricos reconhecem que outros choques simultâneos e variáveis no tempo podem influenciar mudanças na produção agrícola. Esses estudos também empregam métodos estatísticos mais rigorosos para isolar o impacto causal da seca em nível local (BASTOS, 2016). De um modo geral, pode-se afirmar que a seca afetou severamente a produção agrícola das principais culturas temporárias e permanentes, principalmente a partir de 2012 (Tabela 4). Cabe ressaltar que as áreas significativas cultivadas com milho e soja estão no cerrado do Estado do Piauí, onde acontece uma melhor distribuição das precipitações.

Quanto à evolução de rebanhos do Piauí, no período 2010-2015, percebe-se um decréscimo no efetivo (número de cabeças) a partir do ano de 2010. Já o número de cabeças de bovinos sofreu um ligeiro decréscimo somente a partir de 2012. (Tabela 5).

Com relação à produção de origem animal (Tabela 6) constatou-se uma queda acentuada na produção de mel de abelha nos anos de 2012 e 2013, com uma ligeira recuperação em 2014 e 2015.

Os dados referentes ao ano de 2016 não foram disponibilizados pelo IBGE.

**Tabela 4.** Piauí: percentual de perdas das principais culturas Temporárias (T) e Permanentes (P) no período de 2010 a 2016

Culturas	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Arroz (em casca)	9,38	51,64	63,51	63,37	32,97	34,43	75,23
Feijão (grãos)	68,91	29,19	66,53	60,45	47,27	48,13	72,55
Milho (em grãos)	36,36	4,03	3,70	41,90	18,67	12,57	61,31
Soja (em grãos)	15,66	0,93	44,80	43,56	22,59	11,95	60,20
Fava	51,34	3,98	70,93	69,49	33,40	70,43	75,59
Mandioca (P)	16,58	4,03	55,16	62,15	43,49	38,52	49,76
Castanha de caju (P)	76,76	29,37	85,83	74,20	64,17	62,47	61,58

Fonte: IBGE: Levantamento Sistemático da Produção Agrícola – LSPA.

**Tabela 5.** Piauí: evolução de rebanhos do Estado do Piauí no período 2010-2015 (efetivo dos rebanhos (cabeças))

Ano	Bovinos	Ovinos	Caprinos	Suínos	Equídeos
2010	1.679.957	1.392.861	1.386.515	949.570	112.423
2011	1.688.024	1.397.864	1.381.949	935.279	109.936
2012	1.689.926	1.240.423	1.285.033	891.040	106.538
2013	1.666.107	1.205.232	1.239.161	857.208	102.092
2014	1.660.099	1.210.967	1.234.403	837.765	99.879
2015	1.649.549	1.200.079	1.228.263	810.313	95.990

Fonte: IBGE: Levantamento Sistemático da Produção Agrícola – LSPA.

**Tabela 6.** *Piauí: produção de origem animal (mel de abelha)*

Ano	Mel de abelha (kg)
2010	3.262.456
2011	5.107.769
2012	1.563.110
2013	1.267.003
2014	3.249.588
2015	3.966.914

Fonte: IBGE: *Produção de Origem Animal*.

## 5. Impactos da seca nos recursos hídricos e no abastecimento de água

### 5.1. Recursos hídricos

A relativa escassez de precipitação observada no Estado do Piauí desde 2010 (especialmente desde 2012) refletiu-se nos níveis de água disponível nos reservatórios. Na sequência de um longo período de chuvas abaixo da média, os reservatórios atingiram níveis perigosamente baixos, colocando em risco a capacidade das comunidades de manter o abastecimento de água potável e para outros usos. Na Tabela 7 observa-se o volume dos 25 açudes públicos construídos e monitorados pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) no Piauí no período de 2010 a 2016.

Na Tabela 8 consta a relação dos açudes públicos construídos e monitorados pelo DNOCS no Estado em situação crítica (Figura 6). Os números apresentados nessa tabela revelam que a seca plurianual reduziu drasticamente a capacidade dos reservatórios. Açudes como Petrônio Portela e Piaus com adutoras em pleno funcionamento como a adutora do Garrincho e a adutora de Piaus poderão entrar em colapso se não forem adotadas medidas reguladoras emergenciais

que restrinjam o uso da água nestes reservatórios, nos termos da lei 9.433/97 que criou a Política Nacional de Recursos Hídricos.

**Tabela 7.** Volume dos 25 açudes públicos construídos e monitorados pelo DNOCS no Estado do Piauí. Período: 2010-2016

Ano	Capacidade (m <sup>3</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> ) no mês de novembro de cada ano	Volume (%)
2010	1.765.254.369	1.206.134.663	68
2011		1.341.816.626	76
2012		924.297.265	52
2013		693.595.331	39
2014		678.701.232	38
2015		599.838.062	34
2016		865.147.862	49

Fonte: Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS Coordenadoria do DNOCS do Estado do Piauí.

**Tabela 8.** Relação dos açudes públicos construídos e monitorados pelo DNOCS no Estado do Piauí em situação crítica

Açude	Município*	Capacidade (m <sup>3</sup> )	Volume atual (m <sup>3</sup> )	Volume (%)
Barreiras	Fronteiras	52.800.000	800.000	1,52
Bocaina	Bocaina	106.000.000	16.787.952	15,84
Cajazeiras	Pio IX	24.702.000	0,0	0,00
Estreito	Francisco Macedo/ Padre Marcos	23.884.706	2.500.000	10,47
Joana	Pedro II	10.670.000	1.206.000	11,30
Petrônio Portela	São Raimundo Nonato	181.248.100	15.000.000	8,28
Piaus	São Julião	104.509.970	6.000.000	5,74
Capacidade total		503.814.776	42.293.952	8,40

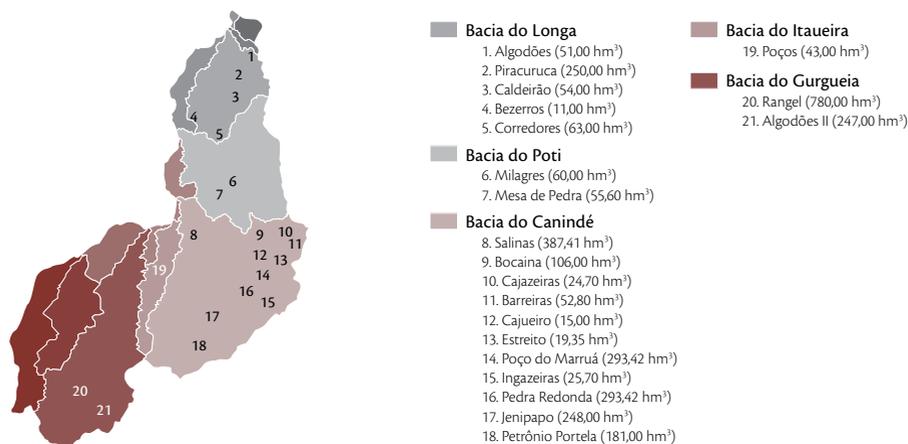


Figura 6. Reservatórios Estratégicos do Estado do Piauí.

Fonte: PIAUÍ (2010).

## 5.2. Abastecimento de água

O impacto maior da seca pluri-anual (2010-2016) no Semiárido do Estado do Piauí diz respeito ao abastecimento emergencial de água, um problema sério para as populações rurais dispersas. Em anos de seca severa, em geral quando há secas consecutivas, até mesmo as cidades maiores precisam ser atendidas por carros-pipa ou por outras formas, como por exemplo, adutoras de emergência. A seca também afetou o abastecimento de água em outros setores como: as concessionárias urbanas de água, sistemas de irrigação, hidrossistemas, agricultura de sequeiro, necessitando de uma definição de regras de uso de água em anos de escassez, principalmente no Semiárido.

Informações obtidas na concessionária Águas e Esgotos do Piauí S/A (Agespisa), revelam situações preocupantes na captação de água superficial e subterrânea em diversos municípios do Estado, especificamente no Semiárido, em decorrência da seca.

A barragem do Estreito, localizada no município de Francisco Macedo, na divisa com o município de Padre Marcos, atingiu um nível tão baixo, atualmente 10,47%, que houve redução do bombeamento, comprometendo o abastecimento de água para a população. Em Simões, a Agespisa reativou a captação de água a partir de uma barragem existente no município para evitar a falta d'água.

No município de Alagoinha do Piauí a captação de água que antes era feita a partir da barragem de Piau, atualmente com 5,74% de sua capacidade, passou a ser feita em um aluvião do leito do Rio Marçal, em poços naturais com 10 metros de profundidade.

Nos municípios da região de São Raimundo Nonato, a exemplo de Caracol e Anísio de Abreu, a Agespisa teve que perfurar novos poços para atender a demanda de água. A abertura de poços por particulares para abastecer os carros pipa interferiu no nível do lençol freático, causando outro problema. Os recursos hídricos subterrâneos de toda a formação cristalina do Estado foram afetados com a seca, tanto em quantidade como em qualidade.

A lagoa de Parnaguá, medindo 12 km de extensão por 2 km de largura, com capacidade de 74 milhões de m<sup>3</sup>, em cujas margens foi erguida uma das mais antigas cidades do Piauí, Parnaguá, era a única fonte de água disponível em quantidade na região. A partir de 2013 começou a secar e em 2015 secou quase que totalmente, obrigando a Agespisa a perfurar novos poços para solucionar o problema de abastecimento de água da região. O governo estadual, por meio da Secretaria Estadual de meio Ambiente e Recursos Hídricos (Semar/PI), possui um projeto para a desobstrução de 50 km do rio, entre a Cidade de Corrente e Parnaguá, além de ações para evitar o desmatamento na bacia hidrográfica. Com as chuvas registradas em 15 dias do mês de janeiro de 2016, quantidade superior à média mensal, o nível da lagoa alcançou sua capacidade máxima e a imagem hoje é totalmente diferente do que era visto em dezembro de 2015.

## 6. As perspectivas para 2018

É importante lembrar o histórico climático: a seca pluriannual do período 2010-2016 é a mais severa em 100 anos. No entanto, as consequências no interior são mais brandas em relação aos anos anteriores, especialmente por conta das políticas de distribuição de renda, como o Bolsa Família, o Seguro Safra, e a perfuração e instalação de poços. Essas políticas, bem ou mal, amenizaram a situação, mas, de agora em diante, se a seca se estender por mais um ano, a situação chegará a um extremo nunca atingido anteriormente.

O Ministério da Integração Nacional, por meio da Portaria Nº 261, de 8 de maio de 2012, instituiu o Comitê Integrado de Combate à Estiagem na Região do Semiárido brasileiro. Ao Comitê, designado pelo Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (Cenad), compete a articulação, a coordenação e o acompanhamento das ações de enfrentamento da estiagem desencadeadas pelos órgãos do Governo Federal, Estadual e Municipal. As medidas abrangem ações como a implantação de cisternas, reforço da distribuição de água por

carro-pipa, recuperação de poços, auxílio financeiro emergencial (Bolsa Estiagem), antecipação dos pagamentos do Programa Garantia-Safra, apoio à atividade econômica por meio de linha especial de crédito e a venda de milho para alimentação animal a preços subsidiados.

É composto em cada Estado da Federação por: dois técnicos da Secretaria Nacional de Defesa Civil (Sedec/MI); um técnico do Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS); um técnico do Ministério de Minas e Energia (MME); um técnico do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA); um representante do Exército Brasileiro (EB/MD); um representante da Defesa Civil de cada estado; um representante da Associação dos Municípios de cada estado. A representação do Comitê Integrado de Combate à Estiagem no Piauí é composta das seguintes instituições: Secretaria de Estado da Defesa Civil (Sedec), Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais (CPRM), Associação Piauiense de Municípios (APPM), Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), Federação dos Trabalhadores na Agricultura do Estado do Piauí (Fetag/PI), Banco do Brasil S.A., Corpo de Bombeiros Militar do Piauí (CBM/PI), Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater/PI), Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural (SDR), Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), Secretaria de Estado da Assistência Social e Cidadania (Sasc), Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Semar), Águas e Esgotos do Piauí S.A. (Agespisa), Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (Dnocs) e Secretaria de Estado da Saúde do Piauí (Sesapi).

O Comitê foi instalado na Secretaria de Estado da Defesa Civil, com o objetivo de discutir as ações já realizadas por cada órgão como as que ainda estão para ser efetivadas, no intuito de amenizar o sofrimento das famílias atingidas pela estiagem instalada em todo o Estado do Piauí. As reuniões ordinárias aconteciam, em média, a cada 15 dias para definir as diretrizes da atuação do Comitê e as extraordinárias sempre que havia demandas de novas soluções para o problema.

Essa ação (criação do Comitê) se enquadrou na política normal do Estado, no seu plano de desenvolvimento, com destaque para: a) ação do Estado (Operação Carro-Pipa, perfuração e instalação de poços), b) situação da Operação Carro-Pipa federal, c) situação hídrica para o abastecimento de água para consumo humano e animal, nível dos reservatórios, d) aquisição de ração ou milho para consumo animal, e) informações sobre dados pluviométricos e previsão de chuvas nas várias regiões do estado e f) situação da perda de safra, entrega de sementes e cadastramento para o Seguro Safra, além de outros temas pertinentes à ação de resposta à seca.

A seguir, são descritas as principais ações desenvolvidas pelas instituições estaduais, cujas competências estão ligadas direta ou indiretamente com as políticas de seca do Estado do Piauí.

**Tabela 9.** Ações desenvolvidas pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Semar/PI)

Instituição	Ação/Objeto	Convênio/Fonte de recursos	Resultados/Benefícios alcançados/Município e/ou população beneficiada
	Cadastramento de usuários de recursos hídricos na plataforma CNARH	Convênio SEMAR/ANA Recursos previstos no Plano Plurianual do Governo do Estado	Cadastramento de 26 mil usuários
SEMAR/PI	Monitor de Secas do Nordeste (Instalação de réguas)	Convênio SEMAR/ANA	Retrata a evolução das secas no Estado do Piauí. Monitoramento do volume de água nas 30 maiores barragens/açudes) do estado do Piauí
	Boletim de informações climáticas com previsão de clima trimestris	Convênio SEMAR/ANA	Previsão do tempo e clima para todo o estado do Piauí
	Construção de adutoras	Banco Mundial/ Governo Federal/Governo do Estado	Adutora do Garrincho – concluída. 11 municípios atendidos, beneficiando uma população final (2032) de 65.453 habitantes; adutora de Pias – concluída. 5 municípios atendidos, beneficiando uma população final (2032) de 25.000 pessoas; adutora de Bocaina – 60% concluída. 10 municípios, beneficiando uma população final (2032) de 38.000 famílias.

**Tabela 10.** Ações desenvolvidas pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural (SDR)

Instituição	Ação/Objeto	Convênio/ Fonte de recursos	Resultados/Benefícios alcançados/Município e/ou população beneficiada
SDR/PI	Garantia safra	PRONAF/Caixa Econômica Federal	Ano agrícola 2014/2015: Total de município em pagamento: 150 Total de famílias beneficiadas: 115.613 Ano agrícola 2015/2016: 196 municípios aderidos 120.978 famílias aderidas Ano agrícola 2016/2017 Fase atual: reunião dos conselhos municipais para análise e homologação dos inscritos, e impressão dos boletos bancários para pagamento da taxa de adesão.
	Fomento à irrigação	Governo do Estado (SDR)/MI(Codevasf)	1ª fase: implantação de 134 kits por microaspersão 2ª fase: implantação de 133 kits por gotejamento Impacto: em anos de perdas de produção muito elevada, e que o Fundo GS não é suficiente para pagamento dos benefícios, o governo federal é quem complementa. No, último ano tem aumentado a adesão de municípios e consequentemente aumentado o números de agricultores.
	Distribuição de sementes	Governo do Estado/SDR	1.000 toneladas de feijão e milho 3.000 mudas de raquetes de palma forrageira 50 toneladas de sorgo forrageiro 1.000 m <sup>3</sup> de maniva 5.000.000 de mudas frutíferas
	Recuperação de nascentes	Recursos do Ministério da Agricultura (MAPA).	O Plano foi elaborado com a Coordenação da SDR. Encontra-se no MAPA para impressão, apresentação e posterior execução.
	Água para Todos	Convênio 769279/2012- MI	Perfuração de 200 poços. Falta a liberação da contrapartida
	Água para Todos	Termo de Compromisso 22/2012 - Ministério da Integração	Construção de 274 Sistemas Coletivos de Abastecimento de Água. Aguardando a liberação da segunda, terceira e quarta parcelas por parte do concedente.
	Segurança Alimentar Animal - Implantação de Centrais Regionais de Suporte Forrageiro	Governo do Estado/SDR	Primeira etapa: serão implantadas, de modo experimental, 5 Centrais nos municípios de Paulistana, Picos, Valença, Oeiras e São Raimundo Nonato, articulado com as Unidades Regionais de Gestão do Projeto Viva o Semiárido – URGPs.

Instituição	Ação/Objeto	Convênio/ Fonte de recursos	Resultados/Benefícios alcançados/Município e/ou população beneficiada
	Centros integrados de Experimentação e Produção de Mudanças e Sementes Forrageiras - CIPMF	Articulação com o EMATER, Universidades, SEBRAE, SENAR, EFA's e demais entidades e instituições com interface com o tema	O projeto tem como meta para 2016-2018 a implantação de 400 projetos produtivos.
	O Projeto Viva o Semiárido - PVSA	Governo do Estado	<p>O Projeto está centrado em 6 arranjos produtivos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Ovinocaprinocultura;</li> <li>2) Apicultura;</li> <li>3) Piscicultura;</li> <li>4) Mandiocultura;</li> <li>5) Artesanato</li> <li>6) Agroindustrialização.</li> </ol> <p>O Projeto é focalizado em 04 Territórios e 89 municípios do Semiárido nos territórios:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Vale do Guaribas;</li> <li>2) Vale do Sambito;</li> <li>3) Vale do Canindé e 4) Serra da Capivara.</li> </ol>
	Piscicultura	Recursos do Banco Mundial	<p>Foram implantados 10 Projetos de piscicultura em tanque rede</p> <p>Foram financiados os seguintes itens:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>100 tanques rede</li> <li>Barco Motorizado</li> <li>Galpão</li> <li>Fábrica de Gelo</li> </ul>
	Apicultura	Recursos do Banco Mundial	<p>O Projeto foi implantado com as cooperativas associadas da COMAPI (10 municípios) e Casa Apis em (32 municípios).</p> <p>Foram financiados itens tais como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Colméias</li> <li>Vestuários</li> <li>08 Caminhões (migração de colmeias)</li> <li>29 triciclos (15 para Casa Apis e 14 para COMAPI)</li> </ul>

## 6.1. Secretaria de Estado da Defesa Civil - Sedec

A Sedec executa obras de infraestrutura como passagem molhada, construção e desobstrução de barragens, perfuração e instalação de poços tubulares e Sistemas de Abastecimento de Água tanto na zona rural como urbana dos municípios do Estado do Piauí.

## 6.2. Instituto de Desenvolvimento do Piauí - Idepi

O Idepi é responsável por vários projetos, destacando-se: barragem de Tinguis e de Castelo, barragem e adutora de Milagres, adutora Padre Lira, adutora do litoral, barragens Nova Algodões e Riacho Fundo, implementação de Estações de Tratamento - ETA, construção e ampliação de sistemas Adutores, Sistema de Abastecimento de Água, construção de cisternas, manutenção e recuperação de barragens e poços.

## 6.3. Secretaria da Infraestrutura do Estado do Piauí - Seinfra

Este órgão executa diversas ações com vistas ao enfrentamento da seca, incluindo Sistemas de Abastecimento de Água, construção de adutoras e implantação de Sistemas Simplificados de Água em vários municípios.

# 7. Articulação com os programas nacionais

Os programas federais respondem pela maior parte do custo orçamentário total associado às respostas à seca. Eles geralmente são combinados com ações complementares no nível estadual e municipal. Estas últimas variam entre estados e são difíceis de ser mapeadas e quantificadas de forma abrangente.

As ações implementadas para mitigar as perdas econômicas e sociais da última seca incluem linhas de crédito emergencial, renegociação de dívidas agrícolas, expansão de programas de apoio social e distribuição emergencial de água potável às comunidades rurais por carros-pipa.

Além de ações emergenciais, a resposta de políticas à última seca também incluiu ações mais estruturais de infraestrutura, como perfuração de poços, construção de barragens e

fornecimento de equipamentos. Neste sentido, são apresentados os principais programas e as ações executadas e em execução por parte do governo federal no Estado do Piauí.

**Tabela 12.** Ações desenvolvidas pela Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf)

Instituição	Ação/Objeto	Convênio/Fonte de recursos	Resultados/Benefícios alcançados/Município e/ou população beneficiada
7ª Superintendência Regional - CODEVASF	A - Programa dos poços emergenciais – Governo Federal	Ministério da Integração	Perfuração e equipamentos de poços – 100 Instalação de poços existentes.- 150 Municípios (semiárido) beneficiados: 85 Famílias atendidas: 6.221 85% das obras concluídas
	B - Obras diversas de abastecimento de água 1. Implantação de sistemas simplificados de abastecimento d'água 2. Perfuração e equipamento de poços 3. Construção de barreiros para dessedentação animal 4. Construção de adutoras 5. Construção e recuperação de açudes e barragens 6. Construção de cisternas	Emendas Parlamentares	Quantidade de instrumentos: 30 Municípios atendidos: 150 Famílias beneficiadas: 16.000
	C - Programa Água para Todos	Plano Brasil sem Miséria do Governo Federal	23.000 cisternas fornecidas Famílias beneficiadas: 2.649

## 7.1. Secretaria Nacional de Defesa Civil

As ações visam a restabelecer o atendimento de municípios que tiveram seus sistemas de abastecimento de água comprometidos após o prolongado período de seca que afetou o Estado do Piauí. As medidas de enfrentamento e mitigação dos efeitos da seca são complementares às ações do Estado e municípios.

## 7.2. Exército Brasileiro - 25º Batalhão de Caçadores

O Serviço de Abastecimento de Água por caminhões-pipa é executado pelo 25º Batalhão de Caçadores, chegando a 61 municípios do Semiárido do Estado do Piauí. Com a ação do Governo Estadual, esta meta deverá ser ampliada para contemplar novos municípios com a operação carros-pipa.

## 7.3. Superintendência Estadual da Funasa no Piauí - Suest-PI

A Superintendência Estadual da Funasa no Piauí desenvolve projetos inovadores no enfrentamento da crise hídrica, principalmente em municípios onde a falta d'água é constante e cujos resultados servem de parâmetros para elaboração de políticas públicas de combate efetivo e permanente para convivência racional com a escassez de água.

A Suest-PI apoia a elaboração de vários projetos de saneamento, com enfoque prioritário para o abastecimento de água e tratamento de esgotos. As ações desta Superintendência visam a dotar as pequenas e médias cidades de sistemas de captação e distribuição de água de qualidade e de forma racional. É responsável também pela educação ambiental sobre o uso da água e sobre como reduzir perdas nos sistemas de abastecimento, aproveitamento da água de chuva, utilização de água de reuso, busca por novas fontes de abastecimento de água (superficiais ou subterrâneas, dentro ou fora da bacia hidrográfica), integração de bacias hidrográficas e despoluição de corpos hídricos.

## 8. Conclusões

O Estado enfrentou prolongado período de secas, distribuído irregularmente no tempo e no espaço. A seca plurianual reduziu drasticamente a capacidade dos reservatórios colocando em risco a capacidade das comunidades de manter o abastecimento de água potável e água para outros usos.

Na região central, onde se concentra a maioria dos municípios do Semiárido do Estado do Piauí a seca foi mais severa, com um decréscimo acentuado das precipitações, atingindo o desvio máximo em 2016.

De um modo geral a seca afetou severamente a produção agrícola das principais culturas temporárias e permanentes, principalmente a partir de 2012.

A seca 2010-2015 acarretou um decréscimo na pecuária a partir do ano de 2010. Houve uma queda acentuada na produção de mel de abelha nos anos de 2012 e 2013, com uma ligeira recuperação em 2014 e 2015.

Os programas federais respondem pela maior parte do custo orçamentário total, associados às respostas à seca. Eles geralmente são combinados com ações complementares em nível estadual e municipal. As ações implementadas para mitigar as perdas econômicas e sociais da última seca incluem, além de ações emergenciais, ações mais estruturais de infraestrutura, linhas de crédito emergencial, renegociação de dívidas agrícolas, expansão de programas de apoio social e distribuição emergencial de água potável às comunidades rurais por carros-pipa.

## Referências

ARAÚJO, M.M.B. **O poder e a seca de (1877-1879) no Piauí**. Teresina: Academia Piauiense de Letras, 1991. p. 34. 2 Ibid., p. 36.

BASTOS, P. Impactos da seca e análise de custos para o Nordeste do Brasil. In: DE NYS, E.; ENGLE, N.L.; MAGALHÃES, A.R. In:\_\_\_\_\_. **Secas no Brasil: política e gestão proativas**. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE, Banco Mundial, 2016, p. 167-189.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional/Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional. **Nova delimitação do Semiárido Brasileiro**. Brasília: 2005.

CAMPOS, J.N.B.; STUDART, T.M.C. **Secas no Nordeste do Brasil: origens, causas e soluções**. Universidade Federal do Ceará. 2001. 10 p. Disponível em: <[http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/9326/1/2001\\_eve\\_jnbcampos\\_secas.pdf](http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/9326/1/2001_eve_jnbcampos_secas.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2017.

DOMINGOS NETO, M. **Seca seculorum: flagelo e mito na economia rural piauiense**. 2. ed. Teresina: Fundação CEPRO, 1987, p.27.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; EMBRAPA Solos, Rio de Janeiro, 1999. 412 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Avaliação do PIB do BRASIL e dos Estados 2013 e 2014**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasregionais/2014/>>. Acesso em: 22 mai. 2017.

\_\_\_\_\_. **Levantamento sistemático da produção agrícola do IBGE**. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa\\_resultados.php?id\\_pesquisa=15](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=15)>.

LUZ, B.S. **Combate à seca em Picos nos anos 80: políticas públicas e os relatos de quem participou das frentes de emergência**. 2013. 61 f. : il. Monografia (Licenciatura Plena em História) – Universidade Federal do Piauí. Picos-PI, 2013.

PIAUÍ, Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Programa de ação estadual de combate à desertificação, PAE-PI**, Teresina: Ministério do Meio Ambiente/Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2010. 229 p.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Plano estadual de recursos hídricos – PERH-PI. Diagnóstico e prognóstico das disponibilidades hídricas das bacias hidrográficas - RTP-6**. Diagnóstico referencial consolidado sobre os Recursos Hídricos no Estado do Piauí. SEMAR. Teresina, 2010, 333 p. Disponível em: <[http://www.semar.pi.gov.br/download/201605/SM06\\_578985b1e1.pdf](http://www.semar.pi.gov.br/download/201605/SM06_578985b1e1.pdf)>.

# O panorama da seca no Estado de Sergipe: Impactos e ações de enfrentamento

Ailton Francisco da Rocha<sup>1</sup>

## Resumo

A disponibilidade e os usos da água, particularmente na Região Semiárida, continuam a ser uma questão crucial no que concerne ao desenvolvimento dessa localidade. Em Sergipe, 73,96% da área do Estado está suscetível à desertificação, compreendendo 48 municípios. Em decorrência da longa estiagem, em abril de 2017, 29 municípios já tinham decretado estado de emergência, representando uma população atingida de quase 450 mil pessoas. As consequências causadas pela seca e as ações dela decorrentes representam um alto custo para a sociedade, muito embora seja difícil definir e quantificar os números exatos. A seca assolada no período de 2010-2016 pode ser considerada a mais severa registrada há décadas. À medida que ela persiste, as soluções estruturais implementadas ao longo dos anos revelam-se ainda insuficientes para suportar os índices pluviométricos de chuvas abaixo da média.

## Abstract

*The availability and usage of water, especially in semi-arid regions, are still a focal point when it comes to development in this region. In the state of Sergipe, 73.96% is susceptible to desertification, an area that encompasses 48 municipalities. In April 2017, due to the long period of drought, 29 municipalities issued a state of emergency, representing a total of 450,000 people affected by the weather. The consequences caused by the drought and its actions represent a high cost to society, although defining and quantifying the exact numbers is difficult. The 2010-2016 can be considered the most severe recorded in decades. As it persists, the structural solutions implemented along the years are proven to not being enough to withstand the below average rainfall levels.*

<sup>1</sup> Engenheiro agrônomo, advogado, escritor e superintendente de Recursos Hídricos da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Sergipe.

**Palavras-chave:** Vulnerabilidade às secas. Insuficiência estrutural; Impactos sociais e econômicos.

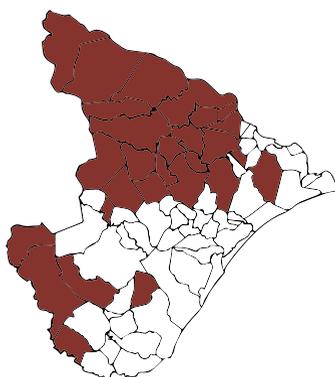
**Keywords:** *Vulnerability to drought. Structural Insufficiency. Social and economic impacts.*

## 1. Introdução

A disponibilidade e os usos da água no Estado de Sergipe, particularmente na Região Semiárida, continuam a ser uma questão crucial no que concerne ao desenvolvimento dessa localidade. É fato que grandes esforços vêm sendo empreendidos com o objetivo de implantar infraestruturas capazes de disponibilizar água suficiente para garantir o abastecimento humano e animal e viabilizar a irrigação.

Todavia, esses esforços ainda são, de forma global, insuficientes para resolver os problemas decorrentes da escassez de água, o que faz com que as populações continuem vulneráveis à ocorrência de secas, especialmente quando se trata do uso difuso da água no meio rural. De qualquer modo, a ampliação e o fortalecimento da infraestrutura hídrica, com uma gestão adequada, constituem requisitos essenciais para a solução do problema, servindo como elemento básico para minimizar o êxodo rural e promover a interiorização do desenvolvimento.

Em Sergipe, 73,96% da área do Estado está suscetível à desertificação, compreendendo 48 municípios. A intensa exploração dos recursos naturais e o uso inadequado das terras, sem considerar suas potencialidades e limitações, são os principais fatores que estão conduzindo à degradação ambiental na Área Suscetível à Desertificação. A essa realidade somam-se os impactos da variabilidade e da mudança climática.



**Figura 1.** Municípios em situação de emergência – seca 2016/2017

Fonte: Defesa Civil Estadual (2016).

Em decorrência da longa estiagem, em abril de 2017, 29 municípios já tinham decretado estado de emergência, representando uma população atingida de quase 450 mil pessoas, conforme a Figura 1.

## 2. Impactos na agricultura

A avaliação da produção agrícola de Sergipe para o período 2010 a 2015 (uma vez que as informações de 2016 deverão ser lançadas somente em outubro de 2017) deve observar vários contextos, como sistemas de cultivos, tipos de solo, uso de corretivos, mercado, entre outros. Assim, a baixa pluviosidade no Semiárido e seu impacto na produção agrícola devem ser avaliados em diferentes contextos.

A produção agrícola de Sergipe tem como principais culturas: o milho; a cana-de-açúcar; a laranja; o coco-da-baía; a mandioca; o maracujá; a batata doce; a banana; o abacaxi e a manga.

A análise dos dados produzidos no período 2010 a 2015 para as principais culturas (temporárias e permanentes) permitiu observar que:

### a. Culturas temporárias

Na Tabela 1 destacamos os anos em que houve maior declínio na produção para o período de (2010-2015).

**Tabela 1.** Produção (t) das culturas temporárias no período (2010-2015)

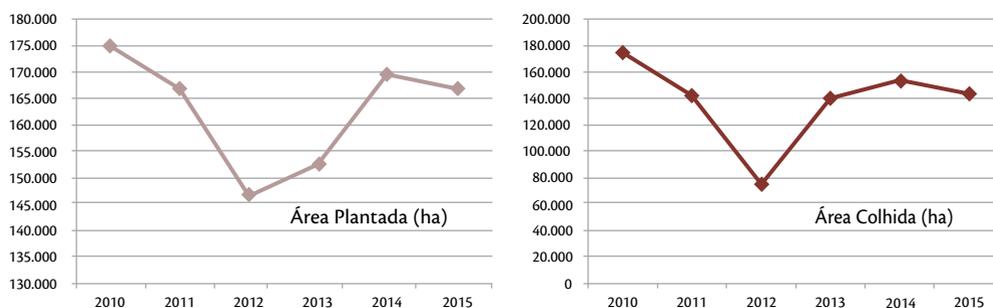
Cultura	Unidade	Ano					
		2010	2011	2012	2013	2014	2015
Abacaxi	t	21.822	23.960	21.852	19.080	15.723	18.531
Arroz (em casca)	t	48.601	18.972	26.661	30.891	41.714	36.868
Batata-doce	t	37.504	35.522	40.600	44.397	40.271	36.868

Cultura	Unidade	Ano					
		2010	2011	2012	2013	2014	2015
Cana-de-açúcar	t	2.994.819	3.336.034	3.260.251	3.087.048	3.037.432	3.220.415
Mandioca	t	485.360	483.990	450.486	433.723	415.910	380.182
Milho (em grão)	t	750.718	480.475	290.575	700.902	495.729	762.472

Fonte: Perfil da Agricultura Sergipana, 2016.

A produção do abacaxi sofreu pouca variação no período, com redução a partir de 2011 e leve recuperação em 2015. A cultura do arroz apresentou dois momentos de queda na produção (2011 e 2015) e dois anos com crescimento (2010 e 2014). A produção da batata-doce sofreu pouca variação no período. Já a cana-de-açúcar teve pico de produção em 2011, queda até 2014, recuperando-se em 2015. A mandioca – cultivo tradicional - apresentou queda na produção desde 2011. E o milho - cultivo tradicional -, que é totalmente dependente de chuvas, teve três anos de queda (2011, 2012 e 2015).

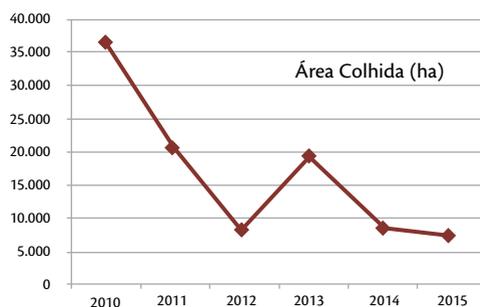
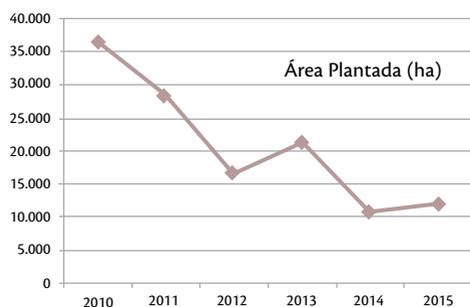
Nos gráficos 1 e 2 são apresentadas a área plantada e a área colhida do milho para o período de 2010-2017, em que se percebe uma forte queda no ano de 2012 em virtude da severidade da seca.



Gráficos 1 e 2. Área plantada e área colhida da cultura do milho (2010-2015)

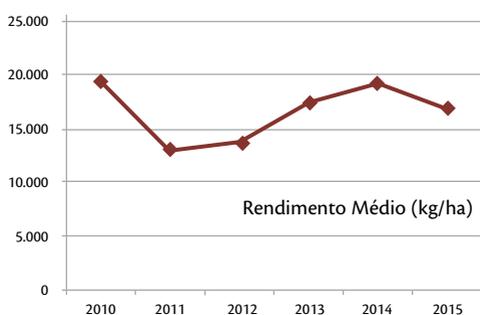
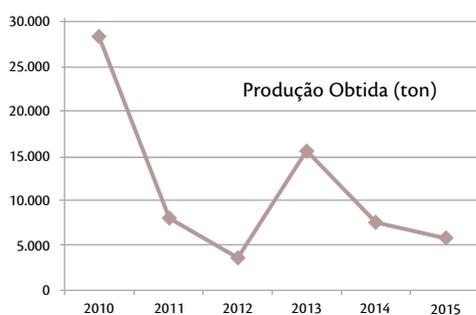
Fonte: Perfil da Agricultura Sergipana, 2016.

Nos gráficos 3, 4, 5 e 6, percebe-se que a cultura do feijão, cultivo totalmente dependente de chuvas, teve quatro anos de queda (2011, 2012, 2014 e 2015) em decorrência da severidade da seca.



Gráficos 3 e 4. Área plantada e colhida da cultura do feijão (2010-2015)

Fonte: Perfil da Agricultura Sergipana, 2016.



Gráficos 5 e 6. Produção obtida (ton) e rendimento médio (kg/ha) da cultura do feijão (2010-2015)

Fonte: Perfil da Agricultura Sergipana, 2016.

## b. Culturas temporárias

Na Tabela 2 destacamos os anos em que houve maior declínio na produção para o período de 2010 a 2015. Observa-se que: a banana teve produção em queda desde 2010. O coco-da-baía teve queda brusca em 2011, leve recuperação em 2012, permanecendo com pouca variação de produção desde 2012, e leve recuperação em 2015. A laranja apresentou queda desde 2012. A produção do limão caiu em 2011 e 2015 e o mamão apresenta queda desde 2011, bem como o maracujá.

**Tabela 2.** Produção das culturas permanentes no período (2010-2015)

Cultura	Unidade	Ano					
		2010	2011	2012	2013	2014	2015
Banana (em cacho)	t	57.236	47.735	42.142	37.494	35.301	29.337
Coco-da- baía	mil frutos	239.372	239.373	242.852	240.855	239.211	240.203
Laranja	t	805.962	822.468	821.940	626.440	614.227	552.817
Limão	t	11.380	10.594	11.014	11.064	11.913	11.942
Mamão	t	17.202	17.544	15.992	15.592	12.003	10.014
Maracujá	t	45.946	45.035	35.977	32.289	30.784	30.387

Fonte: Perfil da Agricultura Sergipana, 2016.

### c. Pecuária

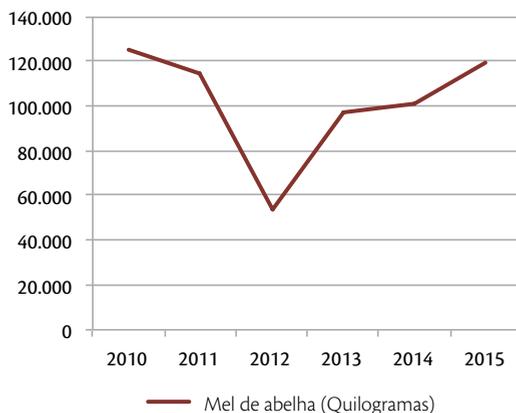
Em relação à produção da pecuária e de acordo com a Pesquisa Pecuária Municipal do IBGE, carne não é um produto de origem animal de Sergipe. Não há dados sobre a produção de carne em Sergipe. A produção de leite, porém, sofreu pouca variação no período, bem como o número de cabeças, com queda na produção em 2012 em decorrência da seca, recuperando nos anos seguintes (Tabela 3).

**Tabela 3.** Produção da pecuária no período (2010-2015)

	Unidade	Ano					
		2010	2011	2012	2013	2014	2015
Efetivo Total	cabeças	685.755	707.283	718.968	779.846	778.776	776.859
Fêmeas		153.836	158.871	160.287	170.051	174.143	172.556
Leite produzido	Mil L	237.081	255.352	237.947	270.933	281.973	316.818
Produção	L/vaca/ano	37.114	38.101	36.201	38.682	38.692	42.283

Fonte: Perfil da Agricultura Sergipana, 2016.

Já a produção de mel teve queda acentuada em 2012 também em virtude da seca, recuperando-se desde 2013, conforme mostra o Gráfico 7.



**Gráfico 7.** Produção de mel de abelha (kg) no período de (2010-2015)

Fonte: Perfil da Agricultura Sergipana, 2016.

### 3. Impactos nos recursos hídricos

Segundo o Plano Estadual de Recursos Hídricos (2010), as disponibilidades hídricas em Sergipe sinalizam para duas situações diferenciadas. A primeira, a disponibilidade global, inclui o expressivo manancial – o Rio São Francisco – resultando em 20,4 bilhões de m<sup>3</sup>/ano. Parte desta disponibilidade é apropriada pelo Estado, por meio de adutoras que abastecem municípios ribeirinhos do São Francisco ou que transpõem água para atender outras bacias, tirando proveito da ampla condição oferecida por este manancial, conforme pode ser observado na Figura 2.

Na segunda situação, quando se analisam as bacias que compõem a maior parte do interior sergipano, incluindo as bacias dos rios Japarutuba, Sergipe, Vaza Barris, Piauí, Real e as dos grupos de Bacias Costeiras GC-1 e GC-2, verifica-se que a disponibilidade contabilizada nestas bacias é da ordem de 253 milhões de m<sup>3</sup>/ano, ou seja, 8.023l/s.

Embora importantes pela oferta estratégica que representam, as disponibilidades dessas bacias não podem ser comparadas com as disponibilidades oferecidas pelo Rio São Francisco, mesmo porque, como um rio de integração nacional, oferece a Sergipe águas coletadas nos demais estados e regularizadas para atender a demanda das geradoras de energia do sistema Chesf.

Atualmente, estima-se que Sergipe tenha uma demanda aproximada de 505,3 milhões de  $m^3$ /ano. Dela, 269,1 milhões de  $m^3$ /ano estão localizados na Bacia do Rio São Francisco – o que significa mais da metade. É nesta bacia que se encontram as mais importantes áreas irrigadas do Estado.



**Figura 2.** Sistema integrado de adutoras e pontos de captação para abastecimento público

Fonte: Atlas Digital dos Recursos Hídricos de Sergipe, 2016.

Descontadas as demandas da Bacia do Rio São Francisco, o restante de Sergipe contabiliza uma demanda de 236,2 milhões de  $m^3$ /ano ou 7.489 l/s.

A Bacia do Rio Sergipe tem uma demanda de 108,0 milhões de  $m^3$ /ano (3.424 l/s) – a segunda maior por bacia. As demais bacias apresentam por ordem decrescente as seguintes demandas, em milhões de  $m^3$ /ano: Vaza Barris com 40,2 (1.276 l/s); Piauí com 40,0 (1.267 l/s); Japarutuba com 30,5 (967 l/s); Real com 16,1 (509 l/s) e, por fim, os GC 1 e 2 com 0,8 (24 l/s) e 0,6 (21 l/s).

O resultado do balanço hídrico global do Estado indica um saldo de 20 bilhões de  $m^3$ /ano. No entanto, quando se desconta a Bacia do Rio São Francisco, o superávit é de apenas 16,8 milhões de  $m^3$ /ano, ou seja, algo como 0,5  $m^3$ /s.

### 3.1. Análise Climática (2016-2017)

A análise dos campos oceânicos e atmosféricos para a região do Pacífico Equatorial mostrou uma diminuição da área de resfriamento anômalo das águas superficiais, bem como o relaxamento dos ventos nesta mesma área, no decorrer de agosto de 2016. Com este padrão oceânico e

atmosférico, o fenômeno El Niño Oscilação Sul (Enos) permanece numa situação de neutralidade, diminuindo as chances de estabelecimento da condição de La Niña.

Adicionalmente, considerando a previsão da maioria dos modelos acoplados oceano-atmosfera, indicando a ausência clara de atuação de um fenômeno de grande escala nas demais áreas do Nordeste, incluindo o Estado de Sergipe, espera-se uma baixa previsibilidade climática sazonal.

Avaliando o período de maio a agosto de 2016 conclui-se que o balanço pluviométrico foi extremamente negativo, traduzindo-se em déficit hídrico grave de longo período.

A Figura 3 mostra o Índice de Vegetação NDVI [Normalized Difference Vegetation Index, na sigla em inglês], oriundos do sensor Modis a bordo dos satélites Aqua e Terra, com resolução de 250 m, refletindo os baixos valores acumulados de precipitação nesta área durante o mês de setembro.

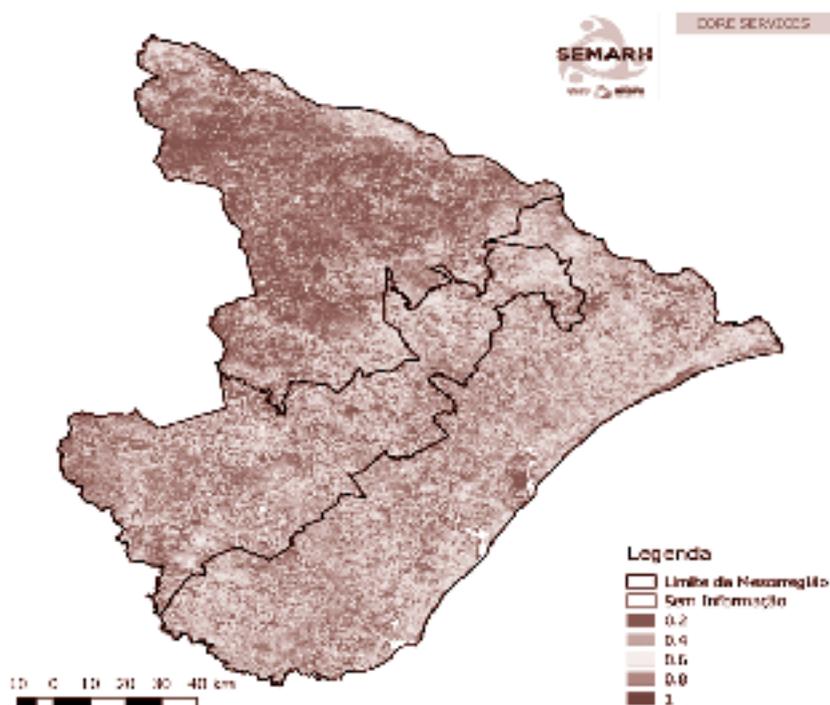


Figura 3. Índice de Vegetação relativo ao mês de setembro

Fonte: Atlas Digital dos Recursos Hídricos de Sergipe, 2016.

## 3.2. Abastecimento para consumo humano em sedes municipais e grandes povoados

### 3.2.1. Situação atual

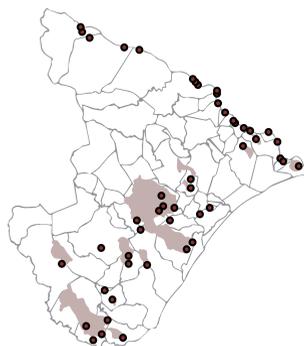
Das 75 sedes municipais, 71 são abastecidas pela Companhia de Saneamento de Sergipe (Deso) e as demais pelos Sistemas Autônomos de Abastecimento de Água e Esgoto (Saae) dos municípios de Estância, Carmópolis, São Cristóvão e Capela.

A Deso abastece um total de 1.779.212 habitantes das sedes municipais e grandes povoados, através de captações que contabilizam um total de 6.985,7l/s, sendo 86,6% oriundos de mananciais superficiais e 13,4% subterrâneos.

As captações da Deso, localizadas no Rio São Francisco, representam 59,4% das captações em mananciais superficiais. Já as vazões regularizadas por reservatórios totalizam aproximadamente 24% destes mananciais. A perda média total dos sistemas de abastecimento da Deso corresponde a 51,5%.

### 3.2.2. Medidas propostas

As medidas propostas para o fortalecimento da segurança hídrica para o abastecimento público das sedes municipais e grandes povoados, atendidos pela Deso, são apresentadas a seguir. A Figura 4 e a Tabela 4 apresentam as sub-bacias hidrográficas prioritárias para recuperação ambiental, com objetivo de garantir o abastecimento público a partir de pequenos mananciais que se encontram extremamente vulneráveis pela intensa antropização.



**Figura 4.** Localização das Bacias Prioritárias para Revitalização

Fonte: Atlas Digital dos Recursos Hídricos de Sergipe, 2016.

Tabela 4. Relação das Bacias Prioritárias para Revitalização

Bacia Hidrográfica	Sistema	Manancial	Área (km <sup>2</sup> )
São Francisco	Saramém	Rio Paraúna	45,51
São Francisco	Pindoba	Riacho Ribeira	7,05
São Francisco	Japoatã	Riacho N. S. do Desterro	31,02
Japarutuba	Siriri	Riacho Canabrava	22,03
Japarutuba	Nossa Senhora das Dores	Riacho Sangradouro	51,95
Sergipe	Riachuelo	Rio Jacarecica	507,05
Sergipe	Santo Amaro das Brotas	Rio Tílo	2,23
Sergipe	Malhador	Riacho Mata Verde	6,74
Sergipe	Integrado do Agreste	Barragem Jacarecica II	351,62
Sergipe	Integrado de Aracaju	Rio Pitanga	77,26
Sergipe	Integrado de Aracaju	Rio Poxim	233,15
Vaza Barris	Sapé	Riacho Taboca	3,41
Vaza Barris	Integrado do Agreste	Barragem Cajaíba	191,96
Vaza Barris	Integrado do Agreste	Riacho Ribeira	3,60
Piauí	Araúá	Riacho Saboeiro	7,35
Piauí	Integrado de Itabaianinha	Rio Gaurarema	19,96
Piauí	Integrado de Itabaianinha	Riacho Riachão	10,05
Piauí	Pedrinhas	Riacho Areias	4,98
Piauí	Itaporanga d'Ajuda	Rio Fundo	40,61
Piauí	Boquim	Riacho Grilo	36,58
Piauí	Integrado do Piauitinga	Rio Piauitinga	83,27
Piauí	Integrado do Piauitinga	Barragem Dionísio Machado	1.234,11
Real	Tobias Barreto	Barragem Jabiberi	111,02
Real	Cristinápolis	Riacho Brejo	4,94
Real	Integrado de Itabaianinha	Rio Itamirim	423,15
Real	Indiaroba	Rio Paripe	52,29
Piauí	Sistema Autônomo de Água e Esgoto (Estância)	Rio Piauitinga	414,19

Bacia Hidrográfica	Sistema	Manancial	Área (km <sup>2</sup> )
Piauí	Sistema Autônomo de Água e Esgoto (Estância)	Rio Biriba I	2,52
Piauí	Sistema Autônomo de Água e Esgoto (Estância)	Rio Biriba II	2,79
Japarutuba	Sistema Autônomo de Água e Esgoto (Capela)	Rio Lagartixo	0,60
TOTAL			3.982,99

Fonte: Nota Técnica SEMARH/SRH n° 02/2016.

Nesta direção, o Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos rios Japarutuba, Piauí e Sergipe (2015) recomenda ainda apoiar o planejamento do saneamento básico no nível municipal (Planos Municipais de Saneamento Básico de todos os municípios); apoiar a gestão municipal do saneamento básico a ser implementada em conformidade com os Planos Municipais de Saneamento Básico e incrementar os índices de micro e macromedição.

Como recomendações do Plano Diretor de Abastecimento de Água dos Povoados e Complementação do Abastecimento das Sedes Municipais dos Territórios do Alto e Médio Sertão, Agreste Central e Baixo São Francisco, no Estado de Sergipe (2013) podem ser observadas as seguintes ações: ampliação do abastecimento de água das localidades rurais e reforço das adutoras existentes [sub-adutoras, redes de distribuição, reservatórios elevados, reservatórios apoiados e estações elevatórias]; complementação do Sistema de Automação Operacional [adequação do Centro de Controle e Operação e instalação de 49 Unidades de Transmissão Remota (UTR) e 10 estações repetidoras]; recuperação de unidades do sistema existente [recuperação dos reservatórios apoiados e elevados, substituição de válvulas de ventosas e descargas e instalação de válvulas de ventosas cinéticas em substituição aos Tanques de Amortecimento Unidirecional (TAU) existentes e inoperantes] e programa de educação ambiental.

Ressalta-se que em 2009, conforme o Atlas Nordeste – Abastecimento Urbano de Água (ANA, 2009), foi estimado um valor de R\$ 454,65 milhões de investimentos para abastecimento de água em obras de infraestrutura para adoção de novos mananciais e adequação de sistemas existentes.

### 3.2.3. Abastecimento para consumo humano em comunidades rurais

#### 3.2.3.1. Situação atual

Para o atendimento de água para consumo humano das comunidades rurais, foram perfurados inúmeros poços tubulares profundos, construídas cisternas rurais e pequenas aguadas.

Os poços tubulares são utilizados como fontes de águas subterrâneas para suprir sistemas singelos de abastecimento, compostos por casa de bombas, reservatório e chafariz.

As grandes barragens, construídas inicialmente para uso exclusivo de irrigação, atualmente estão sendo utilizadas prioritariamente para abastecimento público, sendo a irrigação adaptada para sistemas de menor consumo de água (localizada).

A Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Sergipe, em parceria com o Ministério do Meio Ambiente, através do Programa Água Doce, elaborou um total de 33 projetos de sistemas de dessalinização nos municípios do Semiárido (Canindé do São Francisco, Carira, Monte Alegre, Nossa Senhora da Glória, Poço Redondo, Poço Verde, Tobias Barreto e Simão Dias). Atualmente, está na primeira etapa de execução um montante de 25 sistemas de dessalinização, beneficiando cerca de 2 mil pessoas.

De acordo com informações prestadas pela Defesa Civil Estadual, considerando apenas as comunidades que dispõem de um valor mensal acima de R\$ 2 mil, cerca de 163 comunidades, localizadas em nove municípios, dependem de abastecimento por carro-pipa em situações emergenciais. Para atender 7.970 famílias residentes nessas comunidades, com um total de 1.487m<sup>3</sup>, são percorridos cerca de 140.350km, com a utilização de 47 carros-pipa transportando 7 m<sup>3</sup>/caminhão e um gasto mensal que totaliza aproximadamente R\$ 615 mil.

#### 3.2.3.2. Medidas propostas

A seguir estão relacionadas as medidas propostas para o fortalecimento da segurança hídrica para o abastecimento de pequenos núcleos populacionais, incluindo a realização de diagnóstico da população rural (inclusive a difusa) e das suas necessidades/ demandas em termos de abastecimento hídrico, implantando um banco de dados georreferenciado sobre esta população e uma estrutura organizacional que permita a atualização permanente dos dados e o fortalecimento e ampliação do Programa Água Doce. A Tabela 5 apresenta a relação das localidades prioritárias.

Tabela 5. Relação das Localidades Prioritárias para realização de Diagnóstico

Município	Localidade	Famílias Beneficiadas
Porto da Folha	Araticum, Ass. Paulo Freire, Boa Vista, Serra do Tabaco, Chumbinho, Linda Flor, Serra do H. de Cima, Floresta, Lagoa Queimada, Matuto, Favela, São Judas Tadeus, Gentileza II, João Pereira, Gericó, Lagoa do Mato, Pitombeira, Craibeiro, Marrecas, São Francisco, Goiabeira, Lagoa Grande, Região de L. França, Riacho dos Negros, Ranchinho, Serra dos H. de Baixo, Deserto, Catuné, Pedro Leão, Lagoa do Sal, Santa Lina, Bela Aurora, Faz Camará, Alto das Vacas, Caatinga, Esperança, Garrote, Estado, Jureminha, São Luiz e Lagoa Bonita.	2.339
Canindé do São Francisco	Comunidade Caqueiro 1 e 2, Colônia Agrícola Karl Max, Colônia Agrícola Adão Preto, Comunidade Salinas 1 e 2, Assent. 12 de Março (Gualté), Assentamento João Pedro Texeira, Colônia Agrícola 09 de junho, Assentamento Madacaru 1 e 2, Col. Agríc. Manoel Dionísio Cruz (Quixabeira), Comunidade Colônia Santa Rita, Assentamento Santa Rita e Comunidade Pelado 1 e 2.	710
Carira	Macacos*, Colônia Lagoa Grande, Descoberto de Baixa, Logradouro, Cutia, Três Tanques*, Olhos D'Água, Nossa Sª Aparecida, Santa Maria, Gameleiro, Ass. Luiz Carlos Prestes, Pulgas, Lagoa dos Porcos de Cima, Lagoa Grande, Malhada das Pedras, Cutia de Cima, Perdidos, Lagoa dos Porcos*, Bezerra*, Campos Novos, Ass. Roseli Nunes e Baixa Grande.	1.122
Frei Paulo	Serra Preta, Ass. Riachão, Areias, Ass. Cachoeira, Coito, Barro Branco, Capoeira Grande, Cambranganza, Serra Preta, Serra Redonda, Serra Preta, Campinas, Lagoa Nova, Zé Ramos e Sítio São José.	404
Gararu	Lagoa do Tubi, São José, Pias de cima, de baixo e maniçoba, Aldeias, Barriguda, Bela Vista, Cabeça do Boi II/Adjacência e Cachoeira II.	472
N. S. da Glória	Ass. Nossa Sª de Glória, Santa Helena, Ass. Fortaleza I, São José, Cachoeira e Santa Barbara.	307
Monte Alegre	Couro, Lagoa das Areias, Lagoa do Roçado, Xafardona, Maravilha, Monte Santo de Cima, Ass. Nova Alegria, Nossa Sª de Lourdes, Belo Monte, Ass. 1º de Maio, Uruçu, Barra Nova, Lagoa da Entrada, Ass. Nova Canaã, Ass. União dos Conselheiros, Retiro, Monte Alegre Velho, Poço dos Bois, Raimundo Monteiro, Baixa do Tatu, Boa Vista, Bom Jardim I e Monte Santo de Baixo.	973
Poço Redondo	Serra da Guia*, Ass. Fidel Castro, Rancho Velho I, Ass. Flor da Serra, São José (Comunidade), Acamp. Jiquirir, Acamp. Queimada da Pureza, Lagoa do Riacho Salgado I, Tanque de Bina, Tanque Novo, Ass. Cajueiro, Ass. Herbert de Souza, Cachimbeiro, Tanquinho, Ass. Ana Patrícia II (Cassuçu), Salitrado, Ass. Chê Guevara, Risada, Ass. Enxu ou Ronivaldo Farias, Queimada I, Pé de Serra, Pov. União, Berro Grosso e Maraduba.	1.157
Poço Verde	Queimada Comprida, Urubuzinho, Cova da Índia II, Cova da Índia I, Lagoa do Junco, Lagoa do Pires, Ponta da Serra, Malhada Grande, São Francisco, Pau de Colher, Jacuricí e Saco do Camisa (Circo visinho).	486

Fonte: Defesa Civil Estadual (2016).

O Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos rios Japaratuba, Piauí e Sergipe (2015) indica ainda as seguintes ações para minimizar os efeitos das estiagens nas pequenas comunidades rurais dispersas no Semiárido Sergipano: planejar e implementar ações integrando os setores municipais, estaduais e federais; fortalecer a Vigilância da Qualidade da Água (Vigiágua) para o consumo da população difusa e criar e implantar modelo de gestão sustentável para os pequenos sistemas de abastecimento de água para a população difusa.

Em síntese, as secas em Sergipe causam impactos sobre a produção agrícola, sobre o abastecimento de água e sobre as populações.

## 4. Como o Estado se organizou para conviver com a seca

Com o objetivo de desenvolver ações integradas para abastecimento humano e animal no Semiárido sergipano, foi criado em novembro de 2015 um grupo de trabalho coordenado pela Deso, formado por representantes da Semarh, Secretaria de Estado da Agricultura, do Desenvolvimento Agrário e da Pesca (Seagri), Empresa de Desenvolvimento Agropecuário (Emdagro), Companhia de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos e Irrigação (Cohidro) e Defesa Estadual de Proteção e Defesa Civil (Depec), tendo como instituições de apoio a Agência Nacional de Águas (ANA) – por meio, principalmente, do Monitor de Secas e Progestão -, Ministério da Integração Nacional, Ministério do Meio Ambiente e o Banco Mundial, com as ações do Projeto Águas de Sergipe.

Foi então desenvolvido o Projeto Padre Cícero que trata, no primeiro momento, da execução de políticas emergenciais e estruturantes nos municípios de Canindé do São Francisco, Poço Redondo, Monte Alegre, Porto da Folha, Gararu, Nossa Senhora da Glória e Carira para aliviar o sofrimento das populações durante o evento da atual seca e mitigar as suas consequências.

### 4.1. Descrição das Ações por Instituição

- Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (Semarh)

Principais Ações: Instalação de Dessalinizadores e Combate à Desertificação

- Secretaria de Estado da Agricultura, do Desenvolvimento Agrário e da Pesca (Seagri) / Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe (Emdagro)

Principais Ações: Implantação de palma forrageira em pequenas áreas (0,33 ha) de propriedade de produtores familiares; distribuição de forragens aos agricultores familiares dos municípios citados pelos Decretos Municipais de situação de emergência; distribuição de sementes; mecanização agrícola e apoio à qualificação; regularização das queijarias; regularização fundiária e Projeto Dom Távora com objetivo de contribuir para a remissão da pobreza rural, mediante apoio aos pequenos produtores.

- Companhia de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Irrigação de Sergipe (Cohidro)

Principais Ações: Perfuração e instalação de poços tubulares; recuperação e ampliação de barragens.

- Secretaria de Estado da Infraestrutura e Desenvolvimento Urbano (Seinfra)/ Companhia de Saneamento de Sergipe (Deso)

Principais Ações: Projeto de ampliação de rede e sistemas simplificados; dispensa da cobrança de carro-pipa; ampliação da produção de água do Sistema Alto Sertão e do Sistema Sertaneja.

- Secretaria da Inclusão, Assistência e Desenvolvimento Social (Seides)/ Departamento Estadual de Proteção e Defesa Civil (Depec)

Principais Ações: Operação Carro-Pipa e aquisição de material forrageiro para o consumo animal com logística de distribuição para os municípios em situação de emergência, atendendo 46.596 cabeças de gado, beneficiando 7.513 produtores localizados em 32 municípios.

## 5. Cenário para 2017 e os impactos da seca

A população da Região Semiárida tem uma longa história de vida em meio a condições climáticas desafiadoras, que inclui a implementação de projetos de armazenamento e transferência de águas e o advento de instituições específicas encarregadas do planejamento do desenvolvimento socioeconômico da região.

Os impactos dos períodos prolongados de seca são frequentemente concentrados nas comunidades rurais carentes que vivem no Semiárido. Atualmente (primeiro semestre de 2017), os níveis de água nos açudes encontravam-se perigosamente baixos, mas com ocorrências das chuvas durante o mês de maio, com registros acima da média, houve uma recuperação das reservas adequadas de água para o abastecimento humano e outros usos.

Em última análise, esses impactos ameaçam progressos em termos de desenvolvimento econômico, social e humano que a região tem alcançado nas últimas décadas, e colocam muitas comunidades em risco de retornar a um elevado nível de incidência de pobreza.

As consequências causadas pela seca e as ações dela decorrentes representam um alto custo para a sociedade, muito embora os números exatos sejam difíceis de definir e quantificar. Mesmo assim, as abordagens reativas e pontuais, que têm definido grande parte da gestão brasileira da seca até hoje, precisam ser substancialmente reforçadas. Esse sentimento é respaldado pela comunidade científica nacional e internacional e é também expresso por todos os segmentos da sociedade brasileira, como demonstra a determinação do governo brasileiro em liderar uma mudança de paradigma em direção a uma gestão mais proativa da seca.

As melhorias na expansão da oferta de água e no apoio aos agricultores em Sergipe têm ajudado o progresso do Estado ao longo das últimas décadas. Porém, ao se configurarem secas extremas, as soluções estruturais para a vida na Região Semiárida revelam-se, muitas vezes, insuficientes para enfrentar os efeitos da estiagem prolongada.

## 6. Conclusões

A seca que vem assolando o Estado de Sergipe, desde o ano de 2010, pode ser considerada a mais severa registrada há décadas. À medida que ela persiste, as soluções estruturais implementadas ao longo dos anos revelam-se ainda insuficientes para suportar os índices pluviométricos de chuvas abaixo da média. O quadro atual verificado em Sergipe e em diversas regiões do país tem estimulado um maior debate sobre o tema, no sentido de buscar gestões mais eficientes no uso da água.

Nesse sentido, uma gestão proativa da seca significa tratar as vulnerabilidades - e não os sintomas -, a partir de mecanismos para melhor monitorar e antecipar esses eventos, orientando, assim, as medidas de preparação e alívio aos efeitos da estiagem, tornando-as mais objetivas, eficientes

e eficazes. Tais medidas destinam-se a aumentar a resiliência à seca por meio de três conjuntos de ações ou pilares: monitoramento robusto e previsão/ alerta precoce; melhor compreensão das vulnerabilidades/ resiliência e impactos e um planejamento da resposta mais coordenado e sistemático, além do desenvolvimento de uma estratégia de mitigação de longo prazo.

Até agora, as respostas governamentais têm sido reativas: decide-se o que fazer quando uma nova seca acontece. Essa situação precisa mudar. Ou seja, a gestão de secas no Brasil necessita avançar de uma abordagem de gestão de crise para uma abordagem baseada na gestão de risco. Isto resultará na redução de custos e de impactos sociais e econômicos associados às secas.

## Referências

AGENCIA NACIONAL DAS AGUAS – ANA. **Monitor de secas**. Brasília. Disponível em: <<http://monitordesecas.ana.gov.br>>.

CEARÁ (Estado). Governo do Estado do Ceará. **Plano Estadual de Convivência com a Seca: ações emergenciais e estruturantes**. Fortaleza, 2015. Disponível em: <[http://www.ipece.ce.gov.br/estudos\\_sociais/politicas\\_publicas/Plano\\_Convencia\\_com\\_a\\_Seca\\_02\\_03\\_2015.pdf](http://www.ipece.ce.gov.br/estudos_sociais/politicas_publicas/Plano_Convencia_com_a_Seca_02_03_2015.pdf)>.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS – CGEE; BANCO MUNDIAL. **Secas no Brasil: política e gestão proativas**. Brasília: 2016. Disponível em: <[https://www.cgee.org.br/documents/10182/734063/seca\\_brasil-web.pdf](https://www.cgee.org.br/documents/10182/734063/seca_brasil-web.pdf)>.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS – CGEE. **Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil**. Brasília: 2016. Disponível em: <<https://www.cgee.org.br/documents/10182/734063/DesertificacaoWeb.pdf>>.

SERGIPE (Estado). Governo de Sergipe. **Projeto Padre Cícero: ações emergenciais e estruturantes**. Relatório, Aracaju, 2017.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado da Pesca, Aquicultura e Agricultura Irrigada. **Projeto Dom Távora: relatório de progresso, monitoria e avaliação**. Aracaju: 2016. Disponível em: <<http://www.seagri.se.gov.br/projeto/2/projeto-dom-tavora>>.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado de Inclusão, Assistência e Desenvolvimento Social. Defesa Civil Estadual. **Novo acompanhamento de SE em 2017**. Disponível em: <[http://www.defesacivil.se.gov.br/modules/rw\\_banner/conta\\_click.php?id=8](http://www.defesacivil.se.gov.br/modules/rw_banner/conta_click.php?id=8)>.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos; Superintendência de Recursos Hídricos. **Identificação e proposição de mediadas para enfrentamento de restrições ao abastecimento de água nas sedes urbanas e nas comunidades rurais de Sergipe**. Nota Técnica SEMARH/SRH nº 02/2016, Aracaju: 2016.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Atlas digital dos recursos hídricos de Sergipe**. Aracaju: 2016. Disponível em: <<http://mapoteca.cprm.gov.br/programas/template.php>>.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Plano Diretor de abastecimento de água dos povoados e complementação do abastecimento das sedes municipais dos territórios do Alto e Médio Sertão, Agreste Central e Baixo São Francisco, no Estado de Sergipe.** Aracaju: 2013.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do estado de Sergipe.** 74p. 2010. Disponível em: <[http://sirhse.semarh.se.gov.br/sirhse//resources/RE10\\_Diagn\\_da\\_Dinan\\_Social\\_e\\_Institucional.pdf](http://sirhse.semarh.se.gov.br/sirhse//resources/RE10_Diagn_da_Dinan_Social_e_Institucional.pdf)>.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos rios Japaratuba, Piauí e Sergipe.** Aracaju: 2015. Disponível em: <<http://arquivo.semarh.se.gov.br/srh/modules/news/article.php?storyid=174>>.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Perfil da Agricultura Sergipana.** Aracaju: 2016. Disponível em: <<http://www.observatorio.se.gov.br/noticias-observatorio/item/130-perfil-da-agricultura>>.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Perfil da Pecuária Sergipana.** Aracaju: 2016. Disponível em: <<http://www.observatorio.se.gov.br/noticias-observatorio/item/131-perfil-da-pecuaria-municipal-2015>>.

# Impactos da seca 2010-2016 em Alagoas

Paulo Lima Lopes<sup>1</sup>, Nivaneide Melo Falcão<sup>2</sup>, Esdras de Lima Andrade<sup>3</sup>

## Resumo

Este artigo tem por objetivo relatar as consequências dos quase seis anos de secas no Nordeste brasileiro e, particularmente, no Estado de Alagoas, entre 2010 e 2016. O fenômeno é considerado o mais severo dos últimos 50 anos, com impactos negativos não só no Sertão e no Agreste, mas também na Zona da Mata, principalmente para a agricultura (cana de açúcar) e a pecuária. Para mitigar os problemas causados por essa seca prolongada, várias ações têm sido realizadas por parte dos governos estadual e federal nos municípios alagoanos. Entre essas ações, o artigo destaca a grande obra hídrica referente ao Canal

## Abstract

*This article aims at reporting the consequences of the almost 6 years of drought in the Northeastern Region of Brazil, especially in the state of Alagoas, between 2010 and 2016. The phenomenon is considered to be the most severe in the last 50 years, with negative impacts not only in the arid countryside known in Portuguese as Sertão and Agreste, but also in the Forest Zone, known in Portuguese as Zona da Mata, especially for agriculture (sugar cane) and livestock. In order to mitigate the problems caused by this prolonged drought, many actions*

1 Engenheiro civil, mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Meio Ambiente. Ponto Focal Acadêmico na elaboração do Plano de Ação de Combate a Desertificação (PAE-AL).

2 Geógrafa, mestre e doutora em Geociência, coordenadora do Laboratório de Geomorfologia da Universidade Federal de Alagoas.

3 Geógrafa, mestre em Geografia, especialista em Análise Ambiental por meio de Sistemas Geográficos de Informações Cartografia Digital e Sensoriamento Remoto.

Adutor do Sertão Alagoano, que deve beneficiar a população de todo o semiárido do Estado.

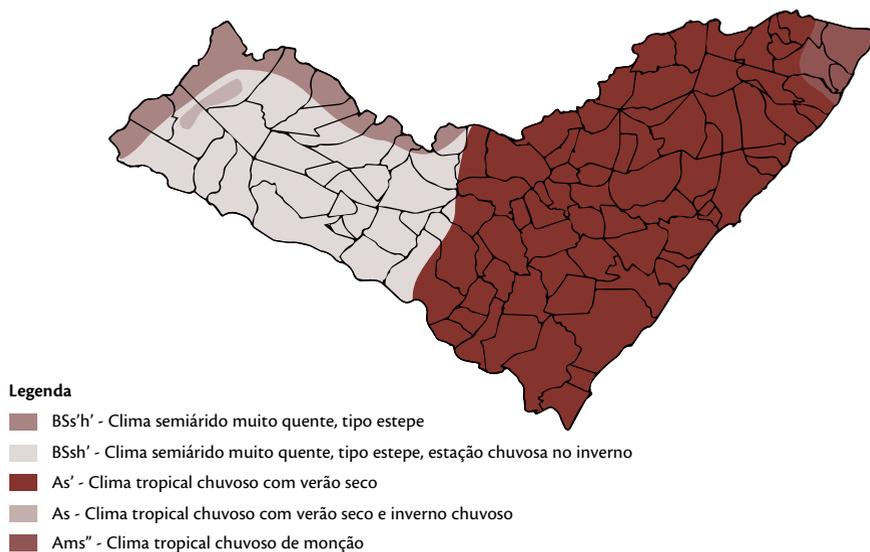
*have been done by both state and federal governments in the municipalities of Alagoas. Amongst these actions, the article highlights the great Water Channel of the Sertão of Alagoas, which will benefit the population of the whole semi-arid area of the state.*

**Palavras-chave:** Seca pluriannual em Alagoas. Consequências da seca prolongada. Políticas públicas de mitigação dos efeitos da seca.

**Keywords:** Multi-annual drought in Alagoas. Consequences of prolonged drought. Public policies in mitigating the effects of the drought

## 1. Introdução

Nos últimos cinco anos, os índices pluviométricos em Alagoas têm estado abaixo da média registrada em 50 anos, principalmente nos municípios do Agreste e Sertão Alagoano. A escassez de chuvas tem dificultado a vida e a economia da população dessa unidade da Federação.



**Figura 1.** Distribuição dos tipos climáticos no Estado de Alagoas

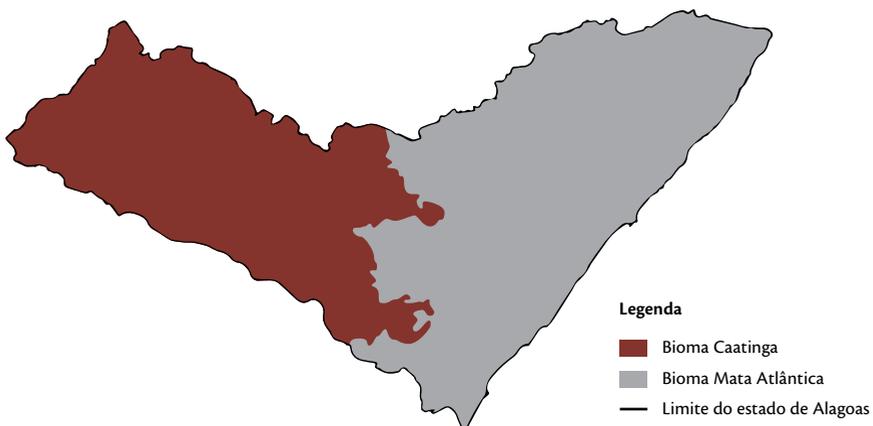
Fonte: Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos (Proágua Nacional) da Agência Nacional de Águas (ANA); Governo de Alagoas.

O Estado de Alagoas possui 102 municípios e 38 deles estão em áreas com clima semiárido, com índices pluviométricos abaixo de 800mm anuais (Figura 01). A área do Estado na zona semiárida é de 11.343,4km<sup>2</sup>, o que corresponde a 47,77%. A população no semiárido é de 541.950 habitantes (IBGE, 2010), representando 3,99% de todo o Estado. O percentual é pequeno, quando comparado a outros Estados do Nordeste. No entanto, corresponde a mais de meio milhão de pessoas vivendo nessas terras com baixo potencial agrícola e escassez de águas. Além da área com clima semiárido, há as áreas com clima subúmido e que também estão com vulnerabilidade aos processos de desertificação, envolvendo 13 municípios e uma população de 477.238 habitantes.

## 2. Desertificação e degradação das terras em Alagoas

No Estado de Alagoas, a Área Suscetível à Desertificação envolve 65 municípios, com climas semiáridos e subúmidos secos. O processo ocorre principalmente nos municípios de Ouro Branco, Maravilha, Inhapi, Senador Rui Palmeira, Carneiros, Pariconha, Água Branca e Delmiro Gouveia, potencializando os problemas ambientais, sociais e econômicos.

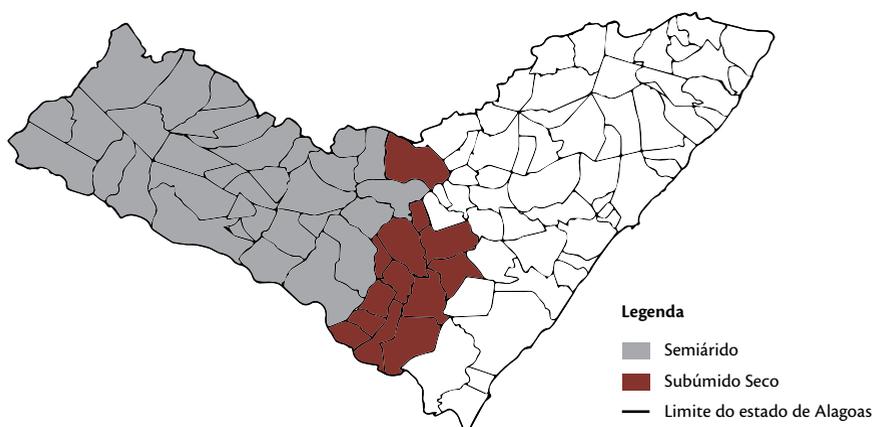
A combinação do baixo índice pluviométrico, irregularidade das chuvas, vegetação adaptada e solos rasos e pobres, constitui o Bioma Caatinga e ocupa a metade do Estado de Alagoas, como pode ser visto na Figura 02.



**Figura 2.** Distribuição dos biomas Caatinga e Mata Atlântica no Estado de Alagoas

Fonte: Instituto de Meio Ambiente de Alagoas (2015).

O Bioma Caatinga tem um poder regenerativo muito grande, porém, o processo de uso e ocupação das terras têm diminuído consideravelmente essa regeneração natural. As principais razões para esse problema são as queimadas e as irregularidades das chuvas nos últimos anos. Essa combinação de fatores leva ao empobrecimento dos solos e ao surgimento crescente de áreas totalmente sem vegetação, como pode ser observado na Figura 03, onde aparecem grandes manchas brancas, representando a vegetação que não conseguiu se restabelecer.



**Figura 3.** Municípios alagoanos com domínio de clima semiárido e subúmido seco, e a presença de solos totalmente desnudos

Fonte: Imagem do Satélite Sentinel 2 (2015/2016).

A análise espacial das imagens de satélite possibilitou a obtenção de resultados na identificação e delimitação de ambientes com predisposição à expansão da degradação das terras como: solos bastante desgastados, com evidentes restrições ao uso; cobertura vegetal fortemente degradada pelos desmatamentos contínuos; e atividades antrópicas resultantes da pecuária extensiva, do extrativismo (vegetal e mineral) e da agricultura itinerante. Todos esses fatores propiciam e intensificam a suscetibilidade aos riscos da degradação e da desertificação.

O mapeamento dos domínios naturais inseridos na área estudada foi realizado a partir de uma análise integrada dos temas geologia, relevo, cobertura vegetal, solos e uso da terra, devidamente organizados e estruturados. As informações relacionadas aos temas geologia e relevo foram disponibilizadas pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), por meio do seu banco de dados Geobank. O relevo da área também foi analisado a partir do Modelo Digital de Elevação gerado pelo projeto Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) [Missão Topográfica por Radar Shuttle] e disponibilizado gratuitamente pelo Serviço Geológico Americano. As informações

sobre a cobertura vegetal e os solos foram disponibilizadas pelo Instituto do Meio Ambiente de Alagoas e as referentes ao uso da terra foram analisadas a partir das imagens do satélite Sentinel 2 (imagens 2015/2016).

Após o acompanhamento das imagens de satélite e as visitas de campo, foi constatado que tanto a Depressão Sertaneja como o Agreste do Estado possuem altos índices de degradação das terras. Essas regiões são ocupadas desde a colonização do Estado, sem a preocupação com a conservação dos recursos naturais e com a utilização de técnicas rudimentares para a utilização dos solos e a retirada de vegetação.

Essas áreas, em sua grande maioria, apresentam superfícies de erosão desenvolvidas em rochas do embasamento cristalino Pré-Cambriano formando rampas (pedimentos) que se inclinam com declives suaves na direção do vale do Rio São Francisco ao sul do Estado, onde podem ser encontrados afloramentos rochosos e solos pouco profundos. Predominam Neossolos Litólicos (rasos, textura arenosa, pedregosos e fertilidade natural média) e Planossolos (pouco profundos, mal drenados, texturas arenosa/argilosa, média a baixa fertilidade natural, com problemas de salinização), Vertissolos (rasos, mal drenados, textura argilosa e fertilidade natural alta).

Nas áreas com uma sedimentação proveniente de antigos depósitos sedimentares, de leitos fluviais e/ou leques aluviais, formaram-se os Argissolos (pouco profundos a profundos, bem drenados, texturas arenosa/argilosa ou média/argilosa, cascalhentos e fertilidade natural média) e Luvisolos (pouco profundos, moderadamente a bem drenados, texturas média/argilosa e fertilidade natural alta) nos topos das colinas rasas dos sertões e nas altas vertentes. Essas últimas classes de solos se apresentam, em sua maioria, degradadas, em razão do uso centenário com a adoção de técnicas rudimentares e sem a aplicação de sistemas de manejo capazes de manter a capacidade de produção desses solos.

Em publicações de pesquisadores da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), foi apontado que na vegetação da Caatinga, nos locais com pouca ou sem intervenção antrópica, a biodiversidade encontra-se elevada.

Esses locais pesquisados estão nas zonas elevadas do município de Maravilha, nas regiões de nascentes (SILVA *et al.*, 2016), e em áreas rurais afastadas dos centros urbanos de Olho D'água do Casado e Delmiro Gouveia, em assentamentos rurais entregues a menos de 20 anos aos posseiros (SANTOS *et al.*, 2016, 2017).

A rede hidrográfica, que possui vários rios intermitentes sazonais e com baixo poder de entalhe, é associada ao regime pluviométrico muito irregular e com secas recorrentes, além de taxas elevadas de evaporação e de evapotranspiração com balanço hídrico deficitário. Esse baixo potencial de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, com solos rasos e pedregosos, biodiversidade muito degradada, de alta vulnerabilidade aos processos erosivos muito ativos, é uma combinação para a instalação dos processos de degradação das terras e da desertificação, sendo os elementos climáticos potencializadores desse problema que atinge não só o meio ambiente, como a população envolvida.

### 3. Ações das políticas públicas para conviver com a seca

Um grande problema no semiárido alagoano é a queima da vegetação da Caatinga para a produção de energia. Apesar das tecnologias disponíveis, elas não são utilizadas de forma abrangente pelas comunidades envolvidas. Isso ocorre, provavelmente, em razão de os gestores considerarem um grande risco investir na produção em uma região sujeita às secas periódicas e com limitações de recursos naturais, especialmente de água e solos.

De acordo com a Secretaria de Infraestrutura do Estado de Alagoas (2017), o Canal do Sertão é a maior obra de infraestrutura hídrica do Estado e uma das maiores do Nordeste. O empreendimento, iniciado em setembro de 1992, irá contemplar 42 municípios e mais de um milhão de alagoanos, levando água para a população sertaneja, que hoje sofre com a seca. A obra promoverá a qualidade de vida da população e desenvolverá a economia regional, além de contribuir para a redução do êxodo rural no Sertão.

O governo do Estado já concluiu os quatro primeiros trechos do canal. As obras do quinto trecho aguardam a regularização da situação política do País. Apesar desse cenário, Alagoas já tem recursos garantidos, junto ao Ministério da Integração Nacional, para a execução até o Km 150. Quando estiver concluída, a obra de infraestrutura hídrica alcançará a marca de 250 Km de extensão, ligando Delmiro Gouveia a Arapiraca. (Figura 04)

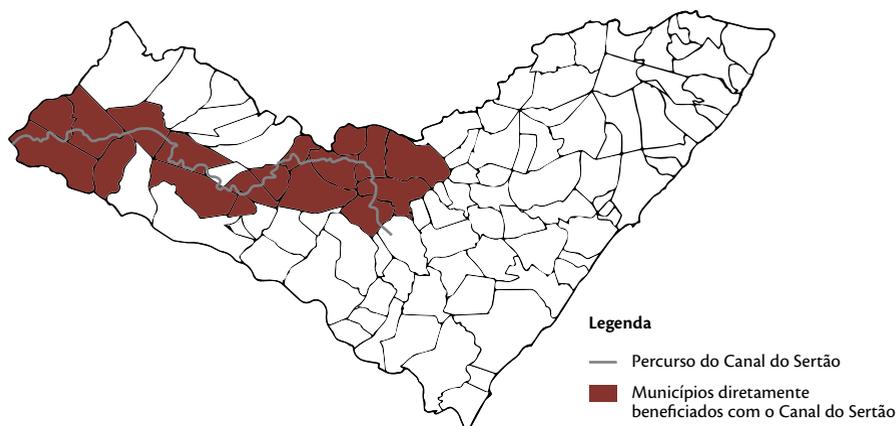
A finalidade do Canal do Sertão é o abastecimento humano e o uso hidroagrícola em uma área de 26.000ha.

A primeira etapa da obra compreende a Infraestrutura de Captação para os trechos I e II, 45 km iniciais do Canal Adutor e os Projetos de Irrigação de 2.000 ha. As demais etapas compreendem:

- 100 km restantes do Canal e seus Projetos de Irrigação e Abastecimento;
- Oferta de água aos núcleos urbanos e rurais ao longo de toda a extensão do canal;
- Geração de renda e de oferta de alimentos durante todo ano, a fim de reverter o quadro de fome e subalimentação;
- Remanejamento das adutoras coletivas existentes, diminuindo os custos de operação e manutenção para a companhia de abastecimento do Estado;
- Abastecimento de água dos Projetos de Irrigação;
- Desenvolvimento da piscicultura, criando condições para ofertar alimento de alto valor protéico, a baixo custo;
- Promover a reversão do cenário de vulnerabilidade completa no período de estiagem, proporcionando melhores condições para contínua produção agrícola na região abrangida;
- Exploração Agrícola de lotes de 20 ha, aproximadamente, sendo 5ha irrigados (pastagens, fruticultura e horta familiar).

Portanto, faz-se necessária a continuidade das obras do Canal Adutor do Sertão Alagoano até o km 150, avanço este que permitirá contemplar mais 239.704 habitantes dos 19 municípios da região, por meio da integração do canal ao Sistema Coletivo de Abastecimento da Bacia Leiteira e também da implantação dos perímetros irrigados de Olho D'Água das Flores e Monteirópolis, totalizando 3.000 hectares irrigados, proporcionando desenvolvimento e geração de renda para mais de 2.100 famílias.

O Canal do Sertão garantirá a mais de um milhão de pessoas água tratada para o consumo humano, irrigação, produção de alimentos, pecuária e piscicultura.



**Figura 4.** Percurso do Canal do Sertão em Alagoas

Fonte: Secretaria de Infraestrutura de Alagoas, 2017.

Os municípios diretamente contemplados pelo Canal do Sertão são: Delmiro Gouveia, Pariconha, Água Branca, Olho D'Água do Casado, Inhapi, Senador Rui Palmeira, São José da Tapera, Monteirópolis, Olho D'Água das Flores, Olivença, Major Isidoro, Dois Riachos, Cacimbinhas, Minador do Negrão, Palmeira dos Índios, Igaci e Craíbas. Esses serão abastecidos diretamente por irrigação e também por adutoras que levarão água aos municípios mais afastados do leito do canal. Os municípios que serão interceptados pelo canal propriamente dito são esses que constam na Tabela 01.

A integração do Canal do Sertão com o sistema de abastecimento do Alto Sertão (captação no trecho 01) já está atuando em 8 municípios (Água Branca, Canapi, Delmiro Gouveia, Inhapi, Mata grande, Olho d'Água do Casado, Pariconha e Piranhas), atendendo a 169.926 habitantes (Dado do Censo 2010) vinculados ao Sistema Adutor do Alto Sertão. Na Tabela 02, podem ser conferidas as informações referentes à execução das obras do Canal do Sertão.

**Tabela 1.** Trecho, município e população a ser beneficiada com a construção do Canal do Sertão

Ação	Municípios Diretamente Beneficiados	População a ser Beneficiada (Somatório por Trecho) *dado do CENSO 2010
Conclusão do TRECHO 1 entre o km 00 ao km 45,00	Delmiro Gouveia Pariconha Água Branca	77.737 habitantes
Conclusão do TRECHO 2 entre o km 45 ao km 64,7	Água Branca Olho d'Água do Casado	28.675 habitantes
Implantação do TRECHO 3 do Km 64,70 ao 77,82 (Etapa 1)	Água Branca Olho D'água do Casado Inhapi	46.573 habitantes
Implantação do TRECHO 3 do Km 77,82 ao Km 92,93 (Etapa 2)	Inhapi Senador Rui Palmeira	30.945 habitantes *
Implantação do TRECHO 4 do Km 92,93 ao Km 123,4	Senador Rui Palmeira São José da Tapera	43.135 habitantes
Implantação do TRECHO 5 do Km 123,4 ao Km 150.	São José da Tapera Monteirópolis Olho D'Água das Flores	57.378 habitantes

Fonte: Elaborada pelos autores.

**Tabela 2.** Percentual e status da execução do Canal do Sertão

Percentual de execução física do canal do sertão alagoano – maio 2107						
TRECHO	Extensão do Trecho (km)			Extensão do Canal Executado		
	Início	Término	Extensão	Percentual(%)	Extensão(km)	Status do Trecho
Trecho I	0	45	45	100	45	Executado
Trecho II	45	64,7	19,7	100	19,70	Executado
Trecho III (1ª etapa)	64,7	77,82	13,12	100	13,12	Executado
Trecho III (2ª etapa)	77,82	92,93	15,11	100	15,11	Executado
Trecho IV	92,93	123,40	30,47	100	30,47	Executado
Trecho V	123,40	150	26,6	0,0	0,0	A Executar

TOTAL	0	150	150	82	123,11
<b>Percentual de execução física dos projetos associados ao canal sertão</b>					
Projeto/ Empreendimento			Percentual (%)	Status	
Eletrificação (Rede Elétrica, Substação e Automação) do canal			82,23	Em execução	
Aquisição e Montagem das Comportas do canal			100	Executado	
Integração do Canal do Sertão com o Sistema de Abastecimento do Alto Sertão			100	Executado	

Fonte: Secretaria de Infraestrutura de Alagoas, 2017.

Além da obra do Canal do Sertão, o Governo de Alagoas, por meio do Instituto do Meio Ambiente (IMA) e em parceria com as prefeituras, vem buscando projetos para a melhoria das condições de vida da população que reside nas áreas suscetíveis à desertificação e degradação de terras. Nesse contexto, podemos destacar o Projeto de Perfuração de Poços, o Projeto Água Doce, o Projeto Água para Todos e o Programa de Recuperação de Nascentes. Este último tem tido atuação mais intensa no município de Maravilha.

A perfuração de poços públicos e a instalação de dessalinizadores é uma atividade do setor de engenharia rural, responsável pela implantação de 661 poços, sendo que 144 encontram-se, ainda, em execução. A previsão é a de que sejam contemplados 130 municípios e 11.920 famílias. As ações foram executadas pelas Coordenadorias Estaduais, objetivando o atendimento das metas previstas, por meio da administração direta, utilizando os próprios equipamentos.

Nos anos de 2016 e 2017, o Programa Perfuração de Poços atuou diretamente em 26 municípios. No entanto, só concluiu obras em 14, realizando a construção de poços e de chafarizes, uma média de três para cada município, atendendo a mais de duas mil famílias, onde se destacam os municípios de Batalha e Girau do Ponciano com mais de 400 famílias cada.

O Programa Água Doce do Governo do Estado é uma alternativa de viabilização do uso das águas, por meio da dessalinização por osmose inversa, que se encontra em expansão na região. Por sua comprovada eficiência quanto à relação custo quantidade de água dessalinizada, a osmose inversa (OI) se destaca em relação a outros processos de dessalinização e vem sendo usada em várias comunidades no Nordeste do Brasil. Porém, a sua crescente utilização poderá provocar impactos ambientais devido aos rejeitos produzidos. Águas com elevados teores de sais estão sendo despejados no solo que, além de contaminarem mananciais subterrâneos, poderão ser transportados pela ação dos ventos ou pela água de escoamento superficial, salinizando agudadas e áreas mais próximas. Mas esses estudos ainda não foram realizados em Alagoas.

A utilização desse recurso natural por meio dos dessalinizadores pode não só resolver o problema da falta de água para consumo humano, como também contribuir para minimizar os riscos de produção. Consequentemente, aumentar a oferta de emprego e renda, visto que, um dos grandes desafios para o Semiárido brasileiro é identificar alternativas de exploração agropecuárias sustentáveis, onde a maior parte dos produtores explora sistemas de produção a base de culturas temporárias de baixo rendimento na dependência das chuvas.

Para o projeto foram pesquisadas 80 comunidades e selecionadas aquelas com menor Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), menores índices pluviométricos, ausência ou dificuldade de acesso a outras fontes de abastecimento de água potável, além de maior índice de mortalidade infantil. De acordo com a Secretaria de Recursos Hídricos de Alagoas, o Projeto Água Doce, que existe apenas no Nordeste, terá vigência de 2010 a 2020, período em que serão recuperados e implantados 248 dessalinizadores, além de instaladas 27 unidades completas de dessalinização. Já foram colocados 9 equipamentos em Palmeira dos Índios, Igaci, Estrela de Alagoas e Santana do Ipanema. O projeto só foi possível graças à parceria firmada entre o Estado e a Secretaria Nacional de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente. Outras unidades de dessalinizadores deverão ser liberadas em Batalha, Belo Monte, Cacimbinhas, Canapi.

## 4. Conclusão

A seca dos últimos anos vem tornando ainda mais severa a vida dos alagoanos que vivem no Agreste e Sertão. A diminuição das vazões dos rios/riachos e do volume dos açudes agrava os índices de pobreza, acentuando a degradação das terras e da economia. Várias ações estão sendo adotadas para minimizar, mas ainda há muito o que fazer.

Existe ainda um novo agravante na região que é a diminuição da vazão do Rio São Francisco, carinhosamente chamado na região de “Velho Chico”. As adutoras que abastecem grande parte do semiárido alagoano e que têm suas captações diretas do leito do São Francisco estão tendo problema, em função da qualidade da água, devido à influência do mar que, agora com o rio sem força, apresenta cunha salina já chegando na cidade de Penedo (AL).

Deve ser proposta, em curto espaço de tempo, uma solução para os grandes tributários do São Francisco, de modo que a vazão do rio não seja reduzida tão drasticamente.

Faz-se necessária uma ação conjunta entre os Estados de Sergipe e Alagoas, envolvendo as universidades e o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) para o desenvolvimento de estudos visando a amenizar a situação da baixa vazão do rio São Francisco. A iniciativa poderia ser apoiada pela Agência Nacional de Água (ANA), juntamente com o Comitê da Bacia do Rio São Francisco.

Uma outra sugestão pertinente é que o órgão responsável pela administração futura dos recursos hídricos do Canal do Sertão Alagoano busque um modelo administrativo e de gestão para a utilização desses recursos.

## Referências

ALAGOAS. Superintendência Especial de Projetos Especiais e Infraestrutura Hídrica. **Canal adutor do Sertão Alagoano** - resumo situacional das obras e serviços. Mai. 2017. Acesso em: <<http://www.infraestrutura.al.gov.br/>>.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Plano de ação estadual de Alagoas para o combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca**. Maceió, AL, 2011.

SANTOS, G.R.; SANTOS, É.M.C.; LIRA, E.S.; GOMES, D.L.; ARAUJO, K.D. Respiração microbiana do solo relacionada ao conteúdo de água no solo e a temperatura do solo, na época do Equinócio de primavera, em Olho D'Água do Casado, Semiárido de Alagoas. **REGNE**, v. 2, nº especial, 2016. p. 884-893.

SANTOS, G.R.; SANTOS, É.M.C.; LIRA, E.S.; GOMES, D.L.; SOUZA, M.A.; ARAUJO, K.D. Análise da precipitação pluvial e temperatura do ar de Olho D'Água do Casado, Delmiro Gouveia e Piranhas, Alagoas. **REGNE**, v. 3, nº 1, 2017. p. 16-27.

SILVA, L.C.S.; SILVA, A.P.L.; ALVES, S.S.; SANTOS NETO. Importância das nascentes do Semiárido Alagoano no abastecimento das populações rurais difusas. **REGNE**, v. 2, nº especial, 2016 p. 534-544.

# Uma reflexão sobre os impactos causados pela seca no Rio Grande do Norte de 2012 a 2016

José Mairton Figueiredo De França<sup>1</sup>, Josivan Cardoso Moreno<sup>2</sup>

## Resumo

O presente artigo trata dos impactos da seca no Rio Grande do Norte, destaca os setores e as atividades mais prejudicados e expõe as soluções adotadas pelo poder público para enfrentar o problema. O artigo demonstra, ainda, o quanto a população vem sendo afetada em suas necessidades, desde o abastecimento para os usos prioritários até usos múltiplos, como a produção agrícola, e ressalta as dificuldades econômicas que a seca prolongada acarreta nesta unidade da Federação.

**Palavras-chave:** Seca no Rio Grande do Norte. Políticas públicas de enfrentamento à seca.

## Abstract

*This article aims at addressing the impacts of the drought in the State of Rio Grande do Norte, highlighting the areas and activities mostly affected and showing the solutions adopted by the government to face the problem. The article also shows how the population has been affected in its needs, from water supply for priority use to multiple uses, such as agricultural production. It also addresses the economic hardships that a prolonged drought period can bring to this state.*

**Keywords:** Drought in Rio Grande do Norte. Public policies for dealing with the drought.

1 Secretário de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (Semarh/RN).

2 Diretor presidente do Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (Ilgarn/RN).

## 1. Introdução

A seca no Rio Grande do Norte vem se estendendo por mais de cinco anos, prolongando-se desde 2010. Devastando a dignidade humana, vem afetando toda a população norte-rio-grandense. Pode-se dizer que esta seca já se configura como a maior e mais longa já registrada no Estado.

Neste breve artigo, procuramos relatar as características desta seca, no que diz respeito às perdas em termos de produção, os seus efeitos sobre o abastecimento humano, principalmente nas cidades do Semiárido potiguar e as principais ações realizadas pelo poder público para amenizar seus efeitos.

Normalmente, é na zona rural, no campo, que as secas no Nordeste começam a dar seus primeiros sinais. É quando os pequenos barreiros (reservatórios hídricos utilizados principalmente para dessedentação animal e para irrigação de pequenas culturas) começam a secar e as pequenas produções e agricultura de subsistência começam a sofrer impacto. O abastecimento humano das populações rurais, que, com a instalação de cisternas, é possibilitado com o acúmulo das águas de chuvas, passa a ser, inicialmente, complementado pela ação dos caminhões-pipa, por meio da operação carro-pipa executada pelo Exército Brasileiro, com recursos do Ministério da Integração Nacional. Com o aprofundamento da estiagem, os carros-pipa passam a ser a única alternativa para o homem do campo.

Por ser um fenômeno sazonal<sup>3</sup> e cíclico<sup>4</sup>, as ações para amenizar os efeitos das secas são praticamente conhecidas por todos. Pelo fato de termos conseguido, no Rio Grande do Norte, ao longo dos anos, implantar uma infraestrutura hídrica capaz de assegurar grandes reservas de água em barragens, bem como distribuir essa água tratada por meio de grandes adutoras, este período de secas se configurou de maneira muito diferente das registradas em nossa história. De fato, até o momento (neste período de longa estiagem que ainda persiste) não se viram grandes movimentos migratórios, por exemplo, nem tampouco se verificaram óbitos exclusivos em virtude do fenômeno.

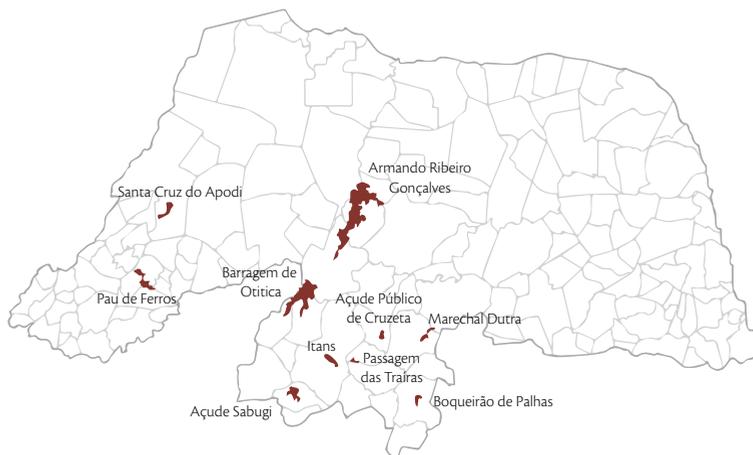
---

3 Anualmente, as quadras chuvosas (como são conhecidos os meses com maior taxa de pluviosidade) são delimitadas entre os meses de fevereiro e maio. Essas maiores pluviosidades garantem a acumulação de água em grandes barragens. Essa água é distribuída, no RN, por meio de grandes adutoras, durante o resto do ano.

4 Em períodos mais longos, geralmente de quatro anos, as chuvas se apresentam em volume bem abaixo das médias históricas. Esta seca, que o Semiárido do Nordeste enfrenta, já perdura por cinco anos.

No entanto, o combate aos efeitos da seca sofre imensamente com os efeitos de outra crise, a crise econômica, que afeta todo o país, reduzindo sobremaneira a capacidade do poder público em dar respostas mais rápidas em termos do amparo às populações diretamente afetadas.

Os efeitos desta seca se pronunciaram de forma mais intensiva nas regiões do Seridó e do Alto Oeste Potiguar, ambas situadas a montante dos dois maiores reservatórios hídricos do Estado, ou seja, a Barragem de Santa Cruz do Apodi, no município de Apodi, no Oeste Potiguar, e Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, entre as regiões do Seridó e Baixo Açu (Figura 1).



**Figura 1.** Principais reservatórios do Rio Grande do Norte

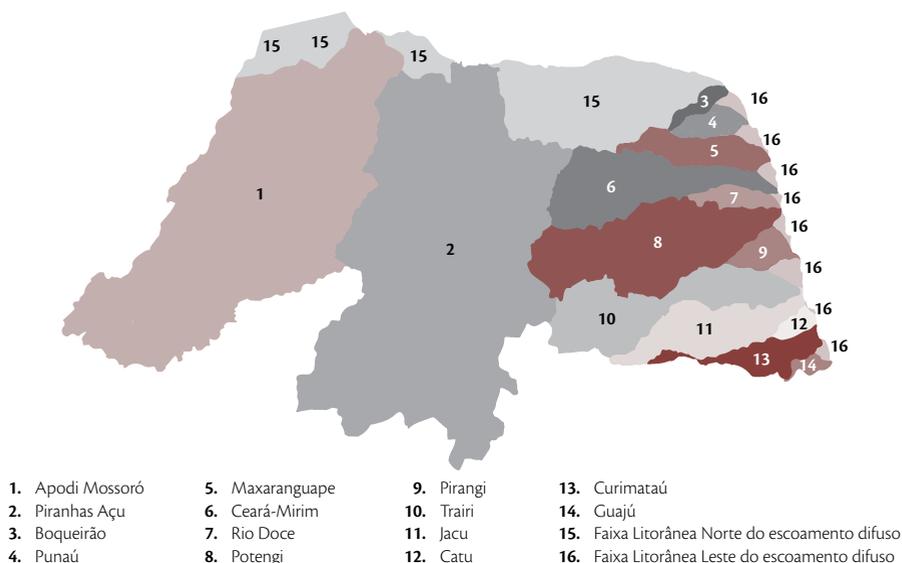
Fonte: Semarh.

No que diz respeito à disponibilidade hídrica, em épocas de secas, a região do Seridó depende fortemente das águas que derivam da Bacia Hidrográfica do Piancó-Piranhas-Açu, especialmente do leito do Rio Piranhas a jusante do Estado da Paraíba. Esse é o caso de Caicó, uma das cidades mais densamente populosas do Seridó, em que boa parte do seu abastecimento depende da vazão natural (perenizada pelo reservatório de Coremas) do Rio Piranhas, captada no seu leito e distribuída por meio da adutora Manoel Torres. Além de Caicó, os municípios de Jardim de Piranhas, São Fernando e Timbaúba dos Batistas também são abastecidos por essa adutora.

A Região do Alto Oeste é certamente a região em que os efeitos da seca se fazem presentes há mais tempo e que atingem um número maior de municípios. Dos atuais 22 municípios potiguares em colapso total de abastecimento urbano, 15 deles estão nessa região. O principal reservatório, a Barragem de Pau dos Ferros, encontra-se seco desde o início de 2014, sendo que

a única alternativa de abastecimento da principal cidade da Região, a cidade de Pau dos Ferros, cuja população é de quase 28 mil pessoas, é uma adutora de montagem rápida, inaugurada em novembro de 2014, cuja captação se dá na cidade de Itaú, como uma derivação da adutora do Alto Oeste, que se encontra em fase final de sua construção.

Estas duas regiões se destacam no cenário da seca por estarem inseridas nas bacias hidrográficas do Rio Piranhas-Açu e do Rio Apodi-Mossoró, mananciais que vêm passando por relevante escassez hídrica (Figura 2). As demais bacias hidráulicas do Estado não sofreram os efeitos com a mesma intensidade, além do fato de que a infraestrutura hídrica existente respondeu melhor ao atendimento às necessidades das maiores populações concentradas nas zonas urbanas municipais. Esse foi o caso do Agreste Potiguar que, por meio da Adutora Monsenhor Expedito (a maior do Estado, com mais de 330 quilômetros de extensão) cujas captações (Lagoa do Bonfim e uma bateria de poços na região do Sítio Boa Cica, em Nísia Floresta), garantiram o abastecimento de 29 sedes municipais, além de mais de 40 comunidades rurais.



**Figura 2.** Bacias hidrográficas do Rio Grande do Norte

Fonte: Semarh.

A partir de 2016, os efeitos da seca se fizeram presentes em praticamente todas as Regiões do Estado, com menos predomínio para a Região Metropolitana do Natal e quase todo o litoral leste potiguar, cujo acesso à água tem uma maior amplitude para reservas subterrâneas de melhor qualidade, abastecidas por um regime pluviométrico mais volumoso e regular. Ressalte-se que,

mesmo considerando-se esse aspecto, em 2016 já foi necessário o início de um processo de racionamento de água para Natal, especialmente para zona norte do Município.

A população vem sendo afetada em suas diversas necessidades, desde o abastecimento humano e dessedentação animal, essenciais à vida e premissa legal legislativa, quanto aos usos múltiplos, até os processos produtivos e as necessidades de lazer.

O artigo ora apresentado contém observações a respeito dos impactos causados à população norte-rio-grandense, principalmente no que se destaca aos usos prioritários e aos usos múltiplos da água, com impactos negativos na dignidade humana, na economia e nos demais setores da sociedade.

## 2. Setores e atividades mais impactados

A seca extrema vem assolando o Rio Grande do Norte em todas as áreas, com impactos negativos nos diversos setores e atividades. Em particular, a seca tem causado impactos para a sobrevivência humana quanto ao atendimento das necessidades básicas e prioritárias. A queda na disponibilidade de água traz crise no abastecimento humano e na dessedentação animal, impedindo também a realização de outros usos múltiplos diversos nas áreas primárias e nos setores de serviços.

De acordo com a Secretaria de Estado da Agricultura, da Pecuária e da Pesca (Sape), o Estado vem sofrendo substancialmente com perdas severas em suas produções agrícola e pecuária. Registram-se decréscimo nos rebanhos pecuários, mortandade das culturas permanentes (cajueiros, pinheiras, coqueiros, cana de açúcar, etc.) e frustração, quase por completo, das safras de grãos, tubérculos e demais culturas de subsistência.

É sabido que os efeitos da seca começam nas unidades produtivas rurais. É no campo onde se acentuam os reflexos deletérios da escassez hídrica. Diante de um cenário catastrófico, como nos anos desta seca que já somam cinco, os agricultores do Rio Grande do Norte permanecem sofrendo e, muitas vezes, sem condições de manter suas produções e atividades. Seguem exemplos:

- a) Os anos seguidos de severa estiagem, com reflexos negativos nas floradas regionais, têm contribuído para desestruturar a cadeia produtiva do mel,

determinando uma drástica redução no volume produzido, a ponto de inviabilizar as exportações de mel pelo Estado;

- b) a escassez hídrica também vem repercutindo negativamente, mesmo se tratando de cultivos irrigados, em razão da redução na disponibilidade da oferta d'água, quer originada de poços subterrâneos, quer oriunda de reservatórios superficiais;
- c) a não disponibilidade de forragem animal, quer de origem nativa, quer cultivada, constitui-se num sério gargalo para manutenção ou mesmo reconstituição dos diferentes rebanhos de animais no Estado.

Além dos impactos físicos, agregam-se as dificuldades financeiras, como descritas a seguir:

- a) os usuários do crédito rural, inclusive os "Pronafianos" (que utilizam o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – Pronaf), na sua quase totalidade, não obtiveram receitas oriundas da atividade rural suficientes para honrarem com os seus compromissos, não conseguindo resgatar as parcelas vincendas de seus empréstimos, tornando-se inadimplentes;
- b) em decorrência da inadimplência generalizada dos produtores rurais, e tendo em vista as atuais condicionantes legais que regulamentam a concessão do crédito rural nas suas diferentes linhas, a capitalização das nossas propriedades rurais através do crédito rural torna-se impossível.

Todas as culturas agrícolas, assim como a pecuária do Rio Grande do Norte, foram impactadas fortemente por esse longo período de seca. Considerando que a atividade agropecuária potiguar responde por mais de 18% do Produto Interno Bruto estadual, pode-se dizer que a crise econômica atual no Estado tem uma forte influência da seca.

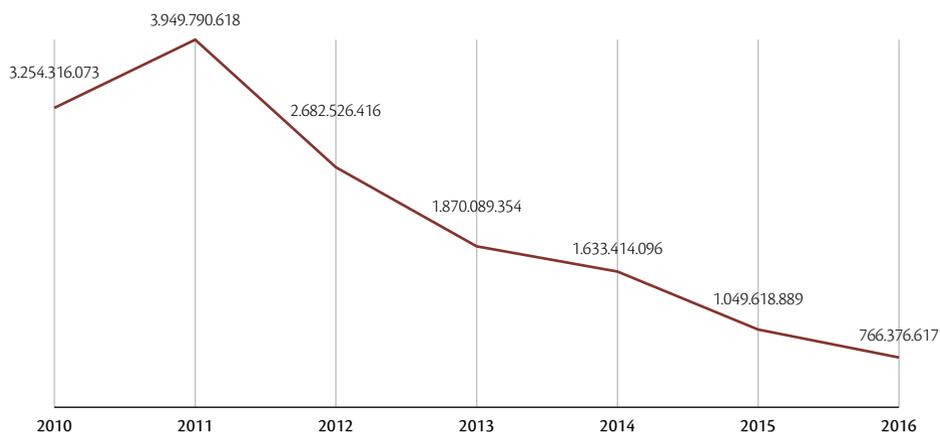
A atividade agropecuária potiguar sofreu nos últimos cinco anos uma queda de 46,8% em sua produção. Destacam-se as quedas de mais de 50% da produção pecuária (com migração de animais das regiões semiáridas para as regiões mais próximas da Zona da Mata, dificultando ainda mais as economias regionais que mais sofrem com a seca) e de mais de 50% das demais lavouras, exceções para a cana-de-açúcar, que observou uma queda de cerca de 25% nesse período, e da fruticultura irrigada, que não sofreu qualquer impacto.

Quanto a essas duas atividades, cabe ressaltar que as fazendas de produção de cana-de-açúcar encontram-se predominantemente nas regiões mais próximas do litoral leste, cujo regime pluviométrico difere das demais regiões do Estado.

No que diz respeito à produção de frutas, sua estabilidade nesse período de seca é decorrente do fato de que o recurso hídrico utilizado é captado de reservatórios subterrâneos, mais especificamente do aquífero Arenito Açú.

As autorizações para o uso do recurso hídrico, bem como seu monitoramento e fiscalização, ficam a cargo do Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte (IgarN). Pelos estudos permanentes realizados pelo Instituto, pode-se destacar a fragilidade quanto à reserva hídrica estadual, principalmente no que se refere às águas superficiais.

Atualmente, o IgarN monitora todos os reservatórios estaduais com capacidade maior que 5 milhões de metros cúbicos de armazenamento (47 no total). Somando um total de mais de 4 bilhões de metros cúbicos de capacidade, os dados do IgarN demonstram que de 2010 a 2016 o aporte hídrico vem atingindo níveis médios de decaimento de mais de 80% em seus reservatórios monitorados, como apresentado no Gráfico 1 a seguir:



**Gráfico 1.** Decaimento de Reserva Hídrica Anual

Fonte: IGARN, 2016.

Desta forma, o Estado chegou a um patamar de desabastecimento dos reservatórios como apresentado na Tabela 1, que mostra o impacto causado pela seca nos 47 reservatórios monitorados pelo Igarn, com a configuração de no mínimo 15 reservatórios secos e 16 em volume morto.

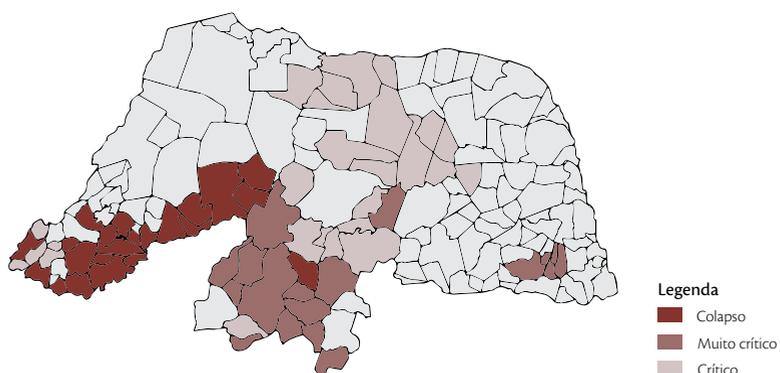
**Tabela 1.** Simulação de Esvaziamento de Reservatório

Número de reservatórios	%	Situação
16	34,04	Volume Morto
15	31,91	Seco
3	6,38	Volume morto até dezembro de 2016
5	10,63	Volume morto até junho 2017
3	6,38	Volume morto até dezembro de 2017
1	2,12	Volume morto até junho de 2018
3	6,38	Volume morto até dezembro de 2018
1	2,12	Volume morto até junho de 2020

Fonte: IGARN, 2016.

A partir desses dados, e levando-se em consideração que grande parte dos usos no Estado são planejados para a utilização dos 47 reservatórios acima relacionados, fica evidente que o abastecimento, seja para uso humano, animal ou produção, encontra-se seriamente comprometido. Como resultado dessa situação crítica, foi necessário decretar estado de emergência em 153 (dos 167) municípios do Rio Grande do Norte.

De acordo com dados da Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (Caern), em 2016, o Estado esteve com 22 cidades em colapso, 17 em nível muito crítico e 27 crítico, como apresentado na Figura 3 e na Tabela 2.



**Figura 3.** Situação do Abastecimento de Água Potável

Fonte: Defesa Civil RN, 2016.

**Tabela 2.** Situação do Abastecimento de Água Potável

Número de ordem	Prioridade	Cidade	Situação Atual do Abastecimento
01	1	Almino Afonso	colapso
02	1	Antônio Martins	colapso
03	1	Campo Grande	colapso
04	1	Cruzeta	colapso
05	1	Francisco Dantas	colapso
06	1	Frutuoso Gomes	colapso
07	1	Janduís	colapso
08	1	Jardim de Piranhas	colapso
09	1	João Dias	colapso
10	1	Luís Gomes	colapso
11	1	Marcelino Vieira	colapso
12	1	Martins	colapso
13	1	Messias Targino	colapso
14	1	Paraná	colapso
15	1	Paraú	colapso

Número de ordem	Prioridade	Cidade	Situação Atual do Abastecimento
16	1	Patu	colapso
17	1	Pilões	colapso
18	1	Rafael Fernandes	colapso
19	1	São Miguel	colapso
20	1	Serrinha dos Pintos	colapso
21	1	Tenente Ananias	colapso
22	1	Triunfo Potiguar	colapso
23	2	Acari	Nível muito Crítico
24	2	Caicó	Nível muito Crítico
25	2	Cerro Corá	Nível muito Crítico
26	2	Equador	Nível muito Crítico
27	2	Espírito Santo	Nível muito Crítico
28	2	Ipueira	Nível muito Crítico
29	2	Jardim do Seridó	Nível muito Crítico
30	2	Jucurutu	Nível muito Crítico
31	2	Ouro Branco	Nível muito Crítico
32	2	Passagem	Nível muito Crítico
33	2	Santo Antônio	Nível muito Crítico
34	2	Santana do Seridó	Nível muito Crítico
35	2	São Fernando	Nível muito Crítico
36	2	São José do Seridó	Nível muito Crítico
37	2	Santana do Matos	Nível muito Crítico
38	2	Timbaúba dos Batistas	Nível muito Crítico
39	2	Várzea	Nível muito Crítico
40	3	Água Nova	Nível Crítico
41	3	Alto do Rodrigues	Nível Crítico
42	3	Angicos	Nível Crítico
43	3	Assú	Nível Crítico

Número de ordem	Prioridade	Cidade	Situação Atual do Abastecimento
44	3	Bodó	Nível Crítico
45	3	Caiçara do Rio do Vento	Nível Crítico
46	3	Carnaubais	Nível Crítico
47	3	Coronel João Pessoa	Nível Crítico
48	3	Currais Novos	Nível Crítico
49	3	Doutor Severiano	Nível Crítico
50	3	Fernando Pedroza	Nível Crítico
51	3	Florânia	Nível Crítico
52	3	Guamaré	Nível Crítico
53	3	Lagoa Nova	Nível Crítico
54	3	Lajes	Nível Crítico
55	3	Macau	Nível Crítico
56	3	Pedra Preta	Nível Crítico
57	3	Pedro Avelino	Nível Crítico
58	3	Pendências	Nível Crítico
59	3	Riacho de Santana	Nível Crítico
60	3	Riachuelo	Nível Crítico
61	3	São João do Sabugi	Nível Crítico
62	3	São Vicente	Nível Crítico
63	3	São Rafael	Nível Crítico
64	3	Tenente Laurentino Cruz	Nível Crítico
65	3	Venha-Ver	Nível Crítico
66	3	Aduora Jerônimo Rosada	Nível Crítico

Fonte: Caern, 2016.

A Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Federal N° 9.433/97) estabelece a prioridade de abastecimento humano e animal nos casos de crise de disponibilidade do recurso hídrico. Com vistas a essa determinação, em duas áreas do Rio Piranhas-Açu as produções dependentes de sistemas de irrigações captadas diretamente do leito - bem como de poços perfurados

na área do aluvião -, independentemente do porte, foram impedidas, para poder priorizar o abastecimento humano.

As áreas impactadas por essas medidas de gestão compreenderam os trechos, a) da divisa da Paraíba com o Rio Grande do Norte até a cidade de Jardim de Piranhas (RN) e b) no Rio Pataxó, entre os municípios de Itajá e Ipanguaçu, alimentado pelo Canal do Pataxó, em virtude da diminuição do nível da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves no ponto de captação deste canal.

### 3. Como o Estado se organizou para enfrentar a seca

Para o planejamento das ações de combate aos efeitos da seca no Rio Grande do Norte, foi criado por decreto um Comitê de Segurança Hídrica que se reúne regularmente (geralmente, uma vez por semana) para, entre outros objetivos, monitorar os indicadores relativos à evolução do problema, estabelecer as ações conjuntas que podem ser realizadas em resposta ao desastre da seca, elaboração e implementação de planos de ação e elaboração de projetos.

O Comitê é coordenado pela secretária chefe do Gabinete Civil do Governador e reúne os diversos órgãos que tratam diretamente da gestão dos recursos hídricos do Estado: Secretaria Estadual do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (Semarh), Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte (Igarh), Companhia Estadual de Águas e Esgotos (Caern); bem como a Defesa Civil Estadual, a Secretaria Estadual da Agricultura, da Pecuária e da Pesca (Sape) e da Empresa de Pesquisa Agropecuária (Emparn).

Na medida em que ocorre colapso de abastecimento, por exaustão da disponibilidade hídrica dos reservatórios em determinados municípios, os mesmos são envolvidos no planejamento das medidas de prevenção e resgate, por meio das defesas civis estaduais.

Importante frisar que, em virtude da especificidade do atual período de estiagem, a participação dos municípios tem se mostrado tão mais eficiente, na medida em que suas defesas civis municipais estejam preparadas e capacitadas para emitirem relatórios de outros documentos que expressem a real situação. Nesse sentido, o Gabinete Civil do Governador tem envidado grandes esforços no fortalecimento das defesas civis estaduais, com vistas ao enfrentamento mais eficaz das secas futuras.

Se, do ponto de vista do relacionamento com os municípios, o Governo do Estado tem feito um esforço de maior aproximação, do ponto de vista da relação entre o Estado e o Governo Federal, essa aproximação se faz muito mais que necessária, fundamental, em virtude da crise econômica e financeira porque passa o Estado do Rio Grande do Norte. Os projetos que temos conseguido implementar são, em sua grande maioria, com o apoio do Governo Federal, especialmente por meio do Ministério da Integração Nacional. Nesse sentido, a execução das ações planejadas de resposta aos efeitos da seca, têm tido apoio fundamental do Governo Federal, especialmente no que diz respeito à obtenção de recursos financeiros.

Nesse sentido, poderemos descrever a resposta aos diversos efeitos da mais longa seca já registrada na história do Rio Grande do Norte em três conjuntos de ações: a) Emergenciais: Operação Vertente e Perfuração de Poços; b) Programas de acesso à água: Água Doce e Água para Todos; e c) Plano Emergencial de Segurança Hídrica.

### 3.1. Ações emergenciais

#### 3.1.1. Operação Vertente

A Operação Vertente trata de um programa de distribuição de água, por meio de carros-pipa, entre a população de cidades diretamente colapsadas ou consideradas em nível crítico (mais de 70% da zona urbana desabastecida) pela Companhia de Águas e Esgotos do RN.

Os municípios beneficiados pela Operação estão representados na Figura 3 por meio das legendas “Colapso” e “Muito crítico”. Somam um total de 34 municípios, a partir de três captações, com população beneficiada de mais de 231 mil pessoas, conforme Tabela 3.

**Tabela 3.** Custos da Operação Vertente

4.1.3.4 - Custo do Projeto III				
Cod	Região	Municípios atendidos	População beneficiada	Custo parcial/região
OV-01	Captação Upanema	14	111.001	7.363.811,80
OV-02	Captação Apodi	14	63.153	4.189.573,00
OV-03	Captação Açú	06	57.496	3.814.288,00
Total		34	231.650	15.367.672,,80

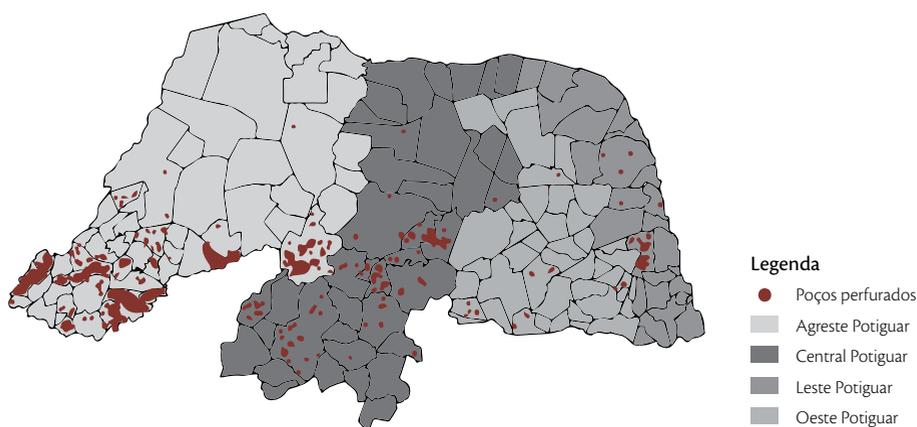
Fonte: Defesa Civil do RN, 2016.

Foram investidos, até dezembro de 2016, mais de R\$ 15,4 milhões. Os recursos foram obtidos por meio de convênio firmado entre a Defesa Civil do Estado do Rio Grande do Norte e a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil do Ministério da Integração Nacional (Sedec/MI).

### 3.1.2. Perfuração de Poços

No período de janeiro de 2015 a dezembro de 2016 foram perfurados mais de 1,2 mil poços. Uma estratégia utilizada para dar resposta ao problema das cidades em colapso foi privilegiar a perfuração de poços nas zonas urbanas, em parceria com a CAERN. Cada poço em que a vazão era indicada como boa, mesmo que independentemente da qualidade da água (água de poços perfurados no cristalino são salobras e impróprias para consumo humano), é associado a uma caixa d'água ou chafariz para atender a pequenas comunidades.

A Figura 4 apresenta a especialização dos poços perfurados no Rio Grande do Norte no período de 2015 a 2016.



**Figura 4.** Poços Perfurados no Rio Grande do Norte (janeiro/2015 a dezembro/2016)

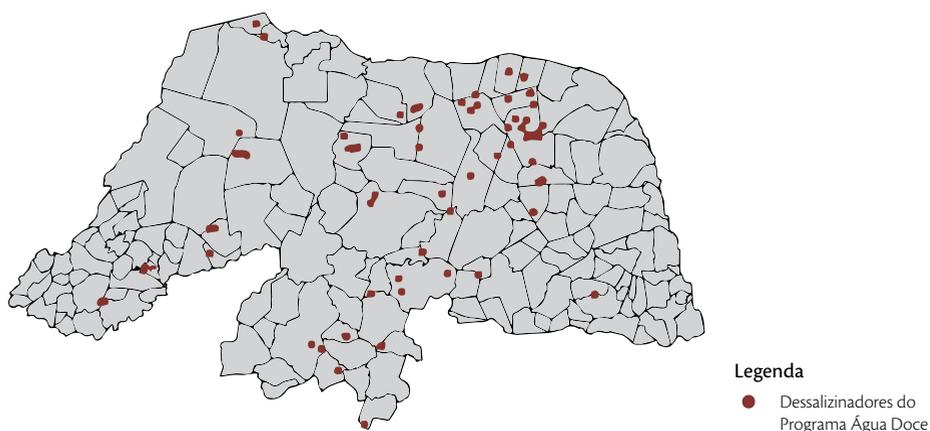
Fonte: Semarh, 2016.

Observamos que a grande maioria dos poços perfurados encontra-se nas regiões do Seridó e Alto Oeste, regiões mais afetadas pela seca atual.

### 3.2. Programas de acesso à água

Os programas Água Doce e Água para Todos são federais, vinculados ao Programa Brasil sem Miséria. Apesar de as comunidades e municípios beneficiados já estarem definidos em 2015, o Governo do Estado passou a priorizar a instalação de sistemas de dessalinização, de abastecimento e de barreiros em municípios considerados em colapso ou em nível crítico em termos de abastecimento.

O Programa Água Doce (PAD) é coordenado nacionalmente pelo Ministério do Meio Ambiente e tem por objetivo implantar sistemas de dessalinização de águas salinas e salobras em comunidades rurais. Já foram implantados 46 dos 68 sistemas de dessalinização a serem implantados em 28 municípios, conforme demonstra a Figura 5. O valor investido será, ao final do convênio, de R\$ 19,9 milhões.



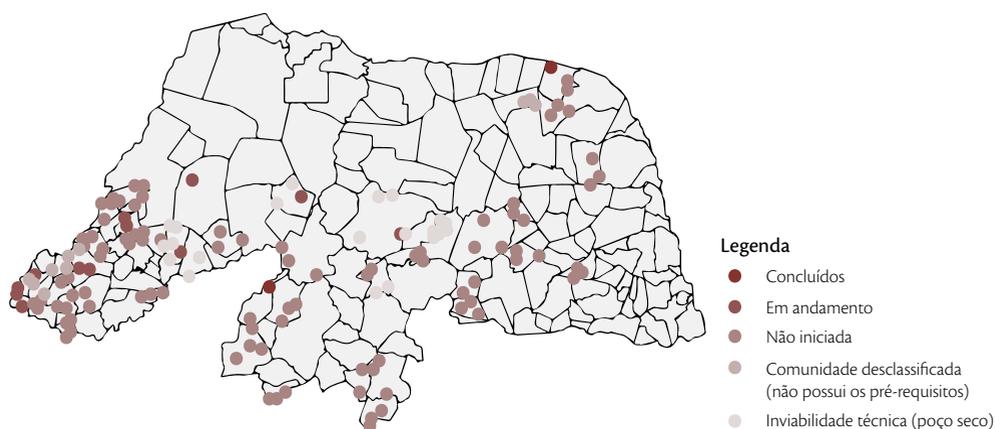
**Figura 5.** Sistemas de Dessalinização implantados pelo Programa Água Doce

Fonte: Semarh, 2016.

Importante ressaltar que o Governo do Estado mantém ainda outros 136 dessalinizadores por todo o Estado. Esses dessalinizadores não seguem o mesmo padrão dos sistemas do PAD, uma vez que não possuem tanques de evaporação do concentrado salino resultante do processo de dessalinização. Nesses casos, o concentrado é geralmente reaproveitado pelas próprias comunidades na dessedentação dos animais.

O Programa Água Para Todos (PAT) tem por objetivo implantar sistemas alternativos de abastecimento e construir barreiros em comunidades rurais. Geralmente, esses sistemas são

compostos por poço, bomba e chafariz, mas, em alguns casos, são também implantadas pequenas adutoras que distribuem água pelas residências da comunidade beneficiada. O PAT é coordenado em nível nacional pelo Ministério da Integração Nacional e está em fase de implantação de 145 sistemas de abastecimento e 57 barreiros em 50 municípios do Estado do Rio Grande do Norte, conforme apresenta a Figura 6. Estão previstos R\$ 27 milhões em investimentos, tendo, até dezembro de 2016, alcançado a meta de 30% dos resultados previstos.



**Figura 6.** Municípios beneficiados pelo Programa Água para Todos

Fonte: Semarh, 2016.

### 3.3. Plano Emergencial de Segurança Hídrica

O Estado do Rio Grande do Norte, visando a adaptar ações para mitigar os efeitos da seca, elaborou por meio do Gabinete Civil do Governador, da Defesa Civil Estadual, da Semarh, do Igarn, da Sape, da EMPARN e da CAERN, o Plano Emergencial de Segurança Hídrica, que teve como visão geral as ações emergenciais que visam ao atendimento à população e ao rebanho afetados pela seca prolongada no Estado do Rio Grande do Norte, por meio do abastecimento de água potável e ração animal respectivamente.

Descreve-se a seguir detalhamento, com as ações que contemplam o Plano:

- a) perfuração de poços profundos em aquíferos com quantidade e qualidade de água constante, que garanta água com quantidade e qualidade permanentes,

sendo neste caso os aquíferos Açu, no Sertão Central, e Barreiras, no litoral leste do estado. Foram definidas seis baterias de poços, cada uma com média de seis poços, destinados ao abastecimento de adutoras novas e existentes e caminhões-pipa;

- b) implantação de adutoras para distribuição de água captada em baterias de poços profundos previstas, garantindo o abastecimento constante e ininterrupto dos municípios beneficiados, e que promovam o abastecimento nas regiões do Sertão Central e Alto Oeste. Foram definidas cinco adutoras, sendo: Adutora Baía Formosa, Adutora Afonso Bezerra Angicos, Adutora Afonso Bezerra Pendências, Adutora Açu, Adutora Sítio Carrasco Mossoró;
- c) distribuição alternativa de água potável, através de caminhão-pipa nas áreas de nível crítico e colapso. Esta etapa prevê assistência humanitária por meio da contratação de serviço no fornecimento de água tratada transportada em caminhão-pipa geomonitorado para 34 municípios, em reconhecida situação de emergência em 2015 e 2016, que se encontram na iminência de colapso de água potável em área urbana, para um horizonte de 180 dias, decorrente do quadro de seca severa no Estado do Rio Grande do Norte;
- d) implantação de sistemas de abastecimento de água com dessalinização e aproveitamento dos rejeitos, através de implantação de Sistema Simplificado de Abastecimento de Água com dessalinizador, com a finalidade de obtenção de água potável proveniente de poços existentes na região do cristalino para abastecimento de carro-pipa e disponibilização para as comunidades difusas;
- e) distribuição de forragem e ração animal para subsistência dos rebanhos. A ação prevê a aquisição e distribuição de volumoso (silagem de milho ou sorgo) e concentrado (torta de caroço de algodão) para alimentação animal voltada aos rebanhos leiteiros do Estado para o atendimento de produtores rurais fornecedores do programa do leite, contemplando 153 municípios.

A Tabela 4 a seguir mostra de forma sistematizada as etapas do Plano Emergencial de Segurança Hídrica, incluindo seus impactos e a população atendida.

**Tabela 4.** Consolidação de Ações do Plano Emergencial de Segurança Hídrica

Item	Descrição	Municípios Atendidos	População Beneficiada
1	Perfuração de poços profundos em aquíferos com quantidade e qualidade de água constante.	79	733.278
2	Implantação de adutoras para distribuição de água captada em baterias de poços profundos previstas, garantindo o abastecimento constante e ininterrupto dos municípios beneficiados	36	583.993
3	Distribuição alternativa de água potável, através de caminhão pipa nas áreas de nível crítico e colapso	24	231.650
4	Implantação de sistemas de abastecimento de água com dessalinização e aproveitamento dos rejeitos	91	118.800
5	Distribuição de forragem e ração animal para subsistência dos rebanhos.	153	****

Fonte: Plano Emergencial de Segurança Hídrica, 2015.

O Plano Emergencial de Segurança Hídrica está orçado em R\$ 336 milhões e tem por objetivo munir o Estado de uma infraestrutura que poderá ser acionada em casos de secas futuras. Uma das adutoras previstas já teve suas obras iniciadas, pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (Dnocs), com data prevista para finalizar em fevereiro de 2017. Apesar de ser de caráter emergencial, a Adutora de Caicó, uma vez concluída, ficará sempre disponível como uma alternativa de abastecimento, uma vez que sua captação se dará da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, o maior reservatório hídrico do Estado.

## 4. Conclusão

Apesar de a seca ser um fenômeno muito conhecido do povo nordestino, sempre temos o que aprender com ela. Uma das principais características desta seca é o fato de as populações afetadas continuarem habitando seus espaços de origem. Não houve, ou houve em muito pequena escala, migração. Em virtude disso, as ações de emergência e de respostas têm que estar sempre à mão dos gestores públicos, uma vez que a demanda por essas respostas é mais pulverizada.

Também não observamos casos de óbitos nem de eventos de saques ao comércio, situações comuns, observadas nas maiores secas anteriores. Atribuímos isso ao fato de que determinados programas de cunho social (como o Programa Bolsa Família e o Programa Um Milhão de Cisternas, entre outros) estejam de fato atendendo aos seus objetivos de fixar as pessoas em suas comunidades.

Ficou claro para nós, gestores públicos da área de recursos hídricos, que a implantação de uma infraestrutura hídrica deve responder tanto às necessidades de abastecimento quanto às de produção das populações do Semiárido, seja em tempo de chuvas na normalidade, seja em períodos de estiagem severa. No Rio Grande do Norte, isso ficou evidente pela menor necessidade de ações de resposta no Agreste Potiguar onde a infraestrutura hídrica (Aduтора Monsenhor Expedito) tem atendido satisfatoriamente tanto às populações urbanas, como às comunidades rurais.

Assim, devem-se criar, em nível de orçamento federal e estadual, linhas de financiamento para que os grandes projetos de integração e interligação de bacias hidrográficas, com o objetivo de assegurar a segurança hídrica, possam ser elaborados e implementados.

A prioridade da água disponível para o abastecimento humano e dessedentação animal acaba causando uma piora constante nas condições sociais e econômicas, principalmente das populações rurais.

O homem do campo e a produção rural acabam sendo os mais prejudicados em momentos de seca. Há, nesse caso, a necessidade de ampliar e fortalecer os instrumentos de gestão de recursos hídricos (como é o caso do estímulo ao desenvolvimento do instrumento da cobrança pelo uso da água, nos estados que ainda não a implantaram), dando ao governo (o primeiro chamado a dar respostas) plenas condições para que, mesmo em condições econômicas adversas como a que estamos vivendo, possa dar a resposta a tempo de atender às necessidades das populações afetadas.

Por fim, é importante salientar que o atingimento da meta da segurança hídrica nos estados que sofrem ciclicamente com os efeitos da seca deve contar com o apoio de uma política pública

permanente e não apenas ações pontuais nos momentos em que a falta d'água surge como um problema emergencial.

## Referências

COMPANHIA DE AGUAS E ESGOTOS DO RIO GRANDE DO NORTE – CAERN. **Relatório da situação de abastecimento humano**. Natal: 2016.

INSTITUTO DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE – IGARN. **Relatório de monitoramento quantitativo dos reservatórios superficiais do RN**, 2016.

RIO GRANDE DO NORTE (Estado). Gabinete Civil. Proteção e Defesa Civil. **Site**. Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/gac/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=102697&ACT=null&PAGE=0&PARM=null&LBL=Prote%C3%A7%C3%A3o+e+Defesa+Civil>>.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária e Pesca - SAPERN. **A Seca no Rio Grande do Norte e no Nordeste Semiárido Brasileiro**. Natal: 2016.

\_\_\_\_\_. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMARH. **Plano emergencial de segurança hídrica do RN**. Natal: 2015. Disponível em: <<http://www.semarh.rn.gov.br/>>.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Site**. Natal: 2016. Disponível em: <<http://www.semarh.rn.gov.br/>>.

# Impactos da seca na Bahia: medidas de enfrentamento adotadas pelo Estado

Eduardo Topázio<sup>1</sup>

## Resumo

O presente artigo destaca como até as regiões úmidas do Estado da Bahia têm sofrido com a seca nos últimos anos. Expõe, ainda, as medidas adotadas pelo governo do Estado para mitigar os efeitos da seca, incluindo as ações emergenciais que contaram com o subsídio do Governo Federal, como a construção de barragens, adutoras, poços e cisternas. O artigo também elenca iniciativas adicionais de curto, médio e longo prazo projetadas e executadas para dar resposta à situação crítica vivenciada pela população baiana em razão da escassez hídrica severa.

**Palavras-chave:** Medidas para mitigar a seca na Bahia. Estiagem prolongada.

## Abstract

*This article highlights how the humid regions of the state of Bahia have suffered with the drought of the last few years. It also shows the measures adopted by the state government to mitigate the effects of the drought, including emergency actions that had subsidies from the Federal Government, such as the building of dams, pipelines, wells and cisterns. The article also shows additional short, medium and long-term initiatives planned and executed as a response to the critical situation that the population of Bahia has been going through due to the severe water shortage.*

**Keywords:** Measures to mitigate the drought in Bahia. Prolonged drought.

<sup>1</sup> Diretor de Águas do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Bahia (Inema).

## 1. Introdução

A seca e a conseqüente escassez de água são os maiores desafios para as populações conviverem com o clima semiárido no Nordeste brasileiro. Registro histórico demonstra há muito tempo a tragédia desse flagelo e seus impactos para as populações, com migrações em massa para outras regiões do País e perdas de vidas.

O desafio imposto aos governantes foi, desde o Império, no século 19, e continua sendo na República, até os dias atuais, reduzir o impacto desse fenômeno na numerosa população que reside no Semiárido nordestino.

A Bahia tem sofrido com estiagens prolongadas, sendo a atual a mais longa dos últimos 80 a 100 anos, segundo pesquisadores, o que exigiu ações de enfrentamento deste fenômeno climático em várias frentes, com rupturas de paradigma e entendimento de que a convivência com o Semiárido não exige apenas intervenções emergenciais e obras estruturantes, mas, sim, ações institucionais que garantam perspectivas melhores para as populações que vivem em cerca de 2/3 do território baiano.

Nesse contexto, foi criado em 2012, no âmbito da Casa Civil do Governo do Estado da Bahia, uma coordenação de monitoramento e avaliação dos efeitos da seca, encarregada de acompanhar as ações transversais necessárias a amenizar os impactos desse fenômeno climático nesta unidade da Federação, assim como propor medidas estruturantes para a convivência sustentável das comunidades do semiárido.

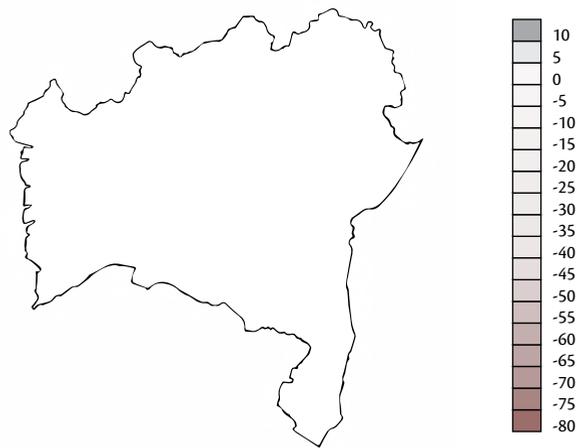
A partir também desse órgão de coordenação, foi criado um grupo de trabalho para propor a Política Estadual de Convivência com o Semiárido e o Sistema Estadual de Convivência com o Semiárido, instituídos por meio da Lei Estadual Nº 13,572/2016, com a finalidade de serem marcos nas ações de enfrentamento à seca no Estado da Bahia.

## 2. A seca no Estado da Bahia

A Bahia enfrenta, nesta última década, um longo período pluri-anual de chuvas abaixo das médias históricas, em grande parte de seu território. Neste início de 2017, 217 municípios, do total de 417 existentes no Estado, têm sofrido com a escassez hídrica, segundo a Superintendência de Defesa

Civil do Estado. Em fins 2016, cerca de 140 municípios tiveram reconhecimento de emergência por parte do Ministério da Integração Nacional.

A falta de chuva, com anomalias negativas registradas em todo território do Estado, atingiu mais recentemente o litoral. Essa região normalmente mais chuvosa, com médias anuais superiores a 1.200 milímetros (mm) de chuva e trechos que chegam a possuir registros pluviométricos superiores a 2.000 mm, sofreu fortemente com a estiagem (Figura 1). Nos últimos 28 meses, apenas em janeiro de 2016 as chuvas no Estado registraram valores superiores às médias históricas.

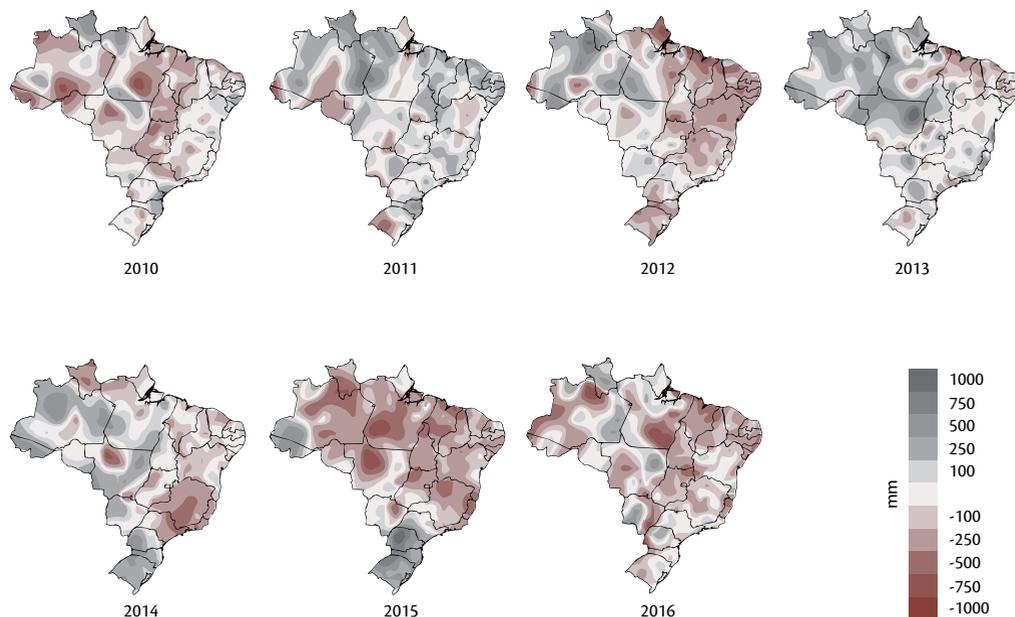


**Figura 1.** Anomalia de precipitação em 12 meses (fevereiro/16 e janeiro/17)

*Fonte: Banco de dados do Inema, com informações adicionais do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden).*

Esses dados têm, em maior ou menor grau, sido registrados desde 2010, como demonstra o mapa com as anomalias das precipitações no Brasil (Figura 2) elaborado pelo Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) entre 2010 e 2016.

Atualmente, até populações de regiões úmidas têm sofrido com a falta de água para o abastecimento humano, em função de que grande parte das infraestruturas de captação dessas regiões corriam a fio d'água, sem barragens de acumulação. A redução de vazão dos rios exigiu ações emergenciais do Estado na adaptação das estruturas existentes e implantação de novas captações e/ou perfuração de poços.



**Figura 2.** Anomalias nas Precipitações de 2010 a 2016

Fonte: Inmet.

No primeiro trimestre de 2017, as precipitações em todo o Estado estiveram muito abaixo das médias históricas, com volumes registrados de 60% a 80% abaixo da média, no Semiárido, e de 30% a 50%, nas faixas leste e oeste do Estado, regiões mais úmidas.

Cidades como Vitória da Conquista, Itabuna, Itaberaba, Senhor do Bonfim e Jacobina, além da capital Salvador e sua região metropolitana, tiveram que promover campanhas ou mesmo iniciar o racionamento de água para abastecimento humano, em função da criticidade dos seus reservatórios. A situação crítica exigiu ações emergenciais como perfuração de poços, intervenções nas captações a fio d'água e construção de adutoras, para garantir o abastecimento da população.

### 3. Setores e atividades mais impactados

A agricultura de sequeiro foi uma das atividades mais impactadas pela seca dos últimos anos. A cultura da mandioca, cujo cultivo no estado é 90% realizado pela agricultura familiar, teve, entre 2010 e 2012, uma queda superior a 60% na produção. Em 2016, voltou a ter uma pequena recuperação, mas ainda produzindo muito abaixo do que produzia em 2010: cerca de 40% a menos da safra registrada naquele ano. O mesmo ocorreu com outras culturas como feijão, milho e laranja.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), entre 2015 e 2016, todas as principais culturas do estado tiveram queda na produção devido à estiagem prolongada. Os destaques negativos foram registrados na produção do feijão, com quase 60% de queda, e do milho, com um pouco mais de 40% de redução.

A agricultura irrigada no Estado, sobretudo a situada na bacia do Rio São Francisco, no oeste baiano, não sentiu tanto os efeitos da seca, em função de dispor de rios perenes e água subterrânea ainda em volume suficiente para atender as suas demandas. Apesar da seca, inclusive no oeste, com chuvas inferiores à média, a última safra de grãos colhida este ano (2017) superou a expectativa e foi recorde. Esse resultado positivo contribuiu para uma recuperação em relação ao ano de 2015/2016, quando houve queda na produção de grãos. Vale salientar que essa região não faz parte do Semiárido e nela chove cerca de 1.100 mm/ano.

### 4. Abastecimento x irrigação

Com o prolongamento da estiagem, já são sentidos efeitos da seca em outras regiões atendidas com reservatórios de regularização, sendo necessária a mediação do órgão gestor para evitar a ampliação dos conflitos.

Um dos exemplos mais característicos dessa disputa ocorre na região de Vitória da Conquista, terceira maior cidade do Estado, com uma população de cerca de 350 mil habitantes e localizada no divisor de bacias com altitude próxima a 1.000 m. O atendimento da cidade vem de captação do rio Catolé, situado no município vizinho, Barra do Choça, cuja principal atividade econômica é baseada na agricultura. A economia barra-chocense é prejudicada em função da restrição à irrigação para o atendimento da população conquistense.

Nas três maiores bacias hidrográficas do Estado, dos rios Paraguaçu, Contas e Itapicuru, intervenções como restrições de outorga para irrigação foram necessárias para garantir o atendimento do abastecimento humano. Nessas bacias, ao contrário da região oeste do estado, onde a presença da agricultura empresarial é maior, a atividade agrícola tem escala da agricultura familiar, sendo, entretanto, significativa para a economia regional.

Os gráficos 1, 2, 3 e 4 exemplificam o comportamento, nos últimos cinco anos, dos volumes de três reservatórios, que são estratégicos em função do uso múltiplo das suas águas acumuladas nas três principais bacias de domínio do Estado. São as barragens de Apertado, Luiz Vieira e Ponto Novo, situadas, respectivamente, nas bacias do Paraguaçu, Contas e Itapicuru.



**Gráfico 1.** Evolução do volume do reservatório de Apertado-Bacia do Paraguaçu

Fonte: Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Bahia (Inema).

O reservatório da barragem do Apertado está situado na Chapada Diamantina, na bacia do Rio Alto Paraguaçu, e sua principal função é atender o Agropolo de Mucugê, Ibicora e Barra da Estiva, segunda região agrícola do Estado e principal localidade produtora de batata, mas com uma produção diversificada.

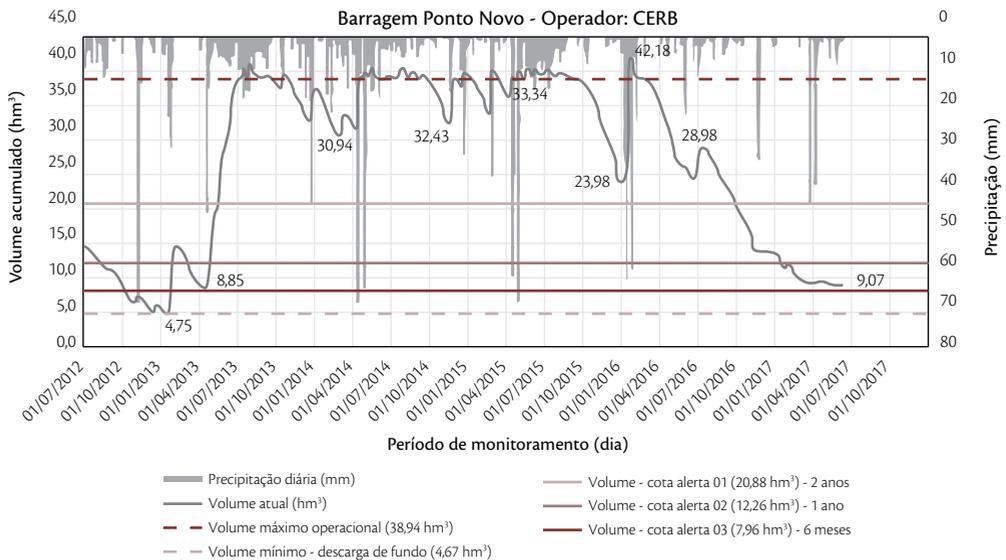
Trata-se de uma região com expansão agrícola, onde os primeiros conflitos referentes ao uso da água surgiram entre os primeiros detentores de outorga do volume regularizado pela barragem. Novas demandas também surgem à medida que o polo se consolida.

Outra fonte de conflito é a existência do Parque Nacional da Chapada Diamantina, que torna mais complexa qualquer intervenção na construção de novos projetos para aumento da disponibilidade hídrica, como barragens de acumulação, uma vez que não pode haver interferência na Unidade de Conservação de Proteção Integral.

Existem na região projetos de construção de novas barragens. Duas já construídas por empreendedores privados, agricultores, porém, foram interditadas pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMbio), em razão de suposta interferência no ecossistema do parque.

A barragem de Ponto Novo, no município de mesmo nome e próximo à cidade Senhor do Bonfim, foi construída no início do trecho mais seco da bacia do Itapicuru. O barramento permitiu regularizar vazão para atendimentos de usos múltiplos, abastecimento e irrigação, além de servir para a construção de centros de lazer no entorno do reservatório. O Gráfico 2 demonstra a criticidade atual do reservatório.

Com a estiagem prolongada na região, esse reservatório passou a atender outras comunidades situadas a jusante, o que não foi previsto originalmente em seu projeto, surgindo o conflito entre o setor agrícola e a empresa pública de saneamento. Devido ao baixo nível atual do reservatório, a irrigação em Ponto Novo está com restrição.

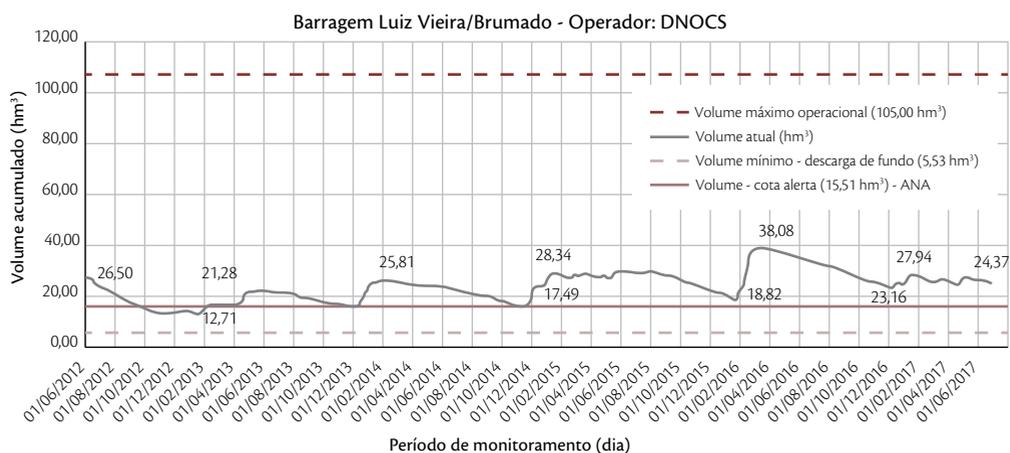


**Gráfico 2.** Evolução do volume do reservatório de Ponto Novo-Bacia do Itapicuru

Fonte: Inema.

A barragem de Luiz Vieira foi construída também com finalidades de usos múltiplos, abastecimento, irrigação e piscicultura. Entretanto, nos últimos anos, os períodos de chuvas não foram suficientes para a recarga do reservatório.

As demandas por irrigação aumentaram, assim como para o abastecimento humano, resultando em uma autonomia, no período mais recente, de pouco mais de 90 dias para o atendimento dessas demandas. Podemos observar, no Gráfico 3, que em momento algum, nos últimos anos, o reservatório alcançou 40% do seu volume máximo.

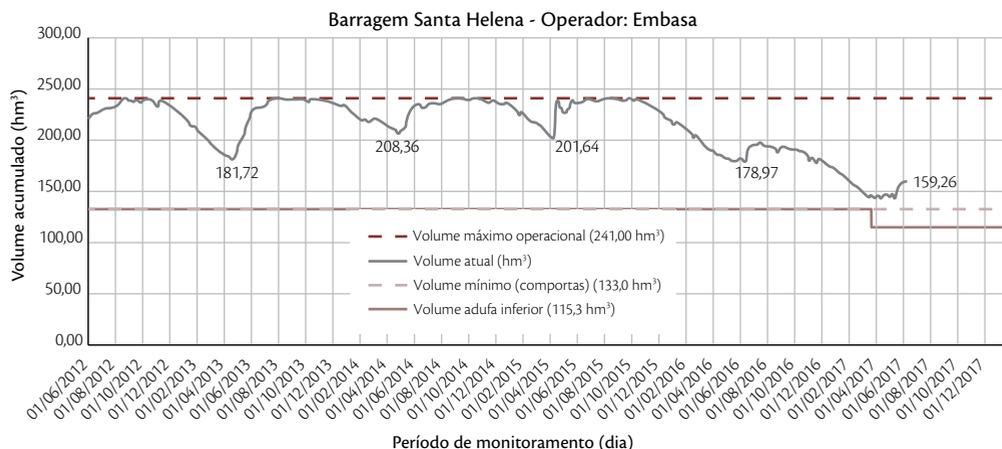


**Gráfico 3.** Evolução do volume do reservatório de Luiz Vieira -Bacia do rio de Contas

Fonte: Inema.

Vale registrar que Salvador e sua região metropolitana (RMS) vêm sofrendo com chuvas inferiores às médias. Em 2017, a pluviometria na região foi cerca de 40% a 50% abaixo do esperado, obrigando a Empresa Baiana de Águas e Saneamento (Embasa) a restringir a oferta de água ao Polo Petroquímico de Camaçari, a partir da Barragem de Santa Helena (Gráfico 4), que também atende a RMS.

Faz-se necessário destacar que a captação na barragem Santa Helena considera como volume morto mais de 1/3 de sua capacidade de armazenamento e medidas emergenciais foram adotadas recentemente para um melhor aproveitamento. O período mais chuvoso na RMS é observado até o mês de junho de 2017.



**Gráfico 4.** Evolução do volume do reservatório de Santa Helena –RMS

Fonte: Inema.

Atualmente, o Estado se depara com a maior crise hídrica registrada na bacia do Rio São Francisco, com os piores registros de vazões afluentes a Sobradinho. A expectativa é a de que a barragem de Sobradinho atinja o volume morto no início de novembro de 2017, mantendo o cenário atual de defluência, exigindo novas adaptações nas estruturas de abastecimento das cidades de entorno do lago.

## 5. Enfrentamento da seca

O enfrentamento da seca tem sido promovido por meio de ações de ampliação de infraestrutura hídrica, como construção de barragens, adutoras, poços e cisternas de consumo e produção, assim como por programas de apoio ao público da agricultura familiar.

Na reforma administrativa do atual período de Governo, foi criada a Secretaria de Infraestrutura Hídrica e Saneamento, com a missão de implementar a ampliação da disponibilidade de água no Estado.

Para tanto, estão em andamento construções de barragens e adutoras que ampliarão as infraestruturas hídricas, visando prioritariamente ao reforço para abastecimento humano, como as barragens de Baraúnas, em Seabra/Chapada Diamantina, bacia do Paraguaçu; Catolé, em Barra do Choça/Vitória da Conquista, bacia do rio Pardo; e barragem do Rio Colônia, esta com obras

em estágio final, para atendimento da região cacauceira, localidade normalmente chuvosa (região de mata atlântica), mas que também sofreu com a seca nos últimos anos.

O Estado também tem ampliado e melhorado os sistemas de abastecimento, investindo em redução de perdas e melhorias de captações, interligando e ampliando sistemas adutores, reforçando e oferecendo alternativas para áreas mais vulneráveis. Essas iniciativas incluem ampliação da distribuição de água para municípios da região de Feira de Santana (segunda maior concentração populacional do estado), a partir da barragem de Pedra do Cavalo; interligação do reservatório de Pedras Altas à adutora do Sisal, via barragem de São José do Jacuípe; integração das bacias do Itapicuru e Paraguaçu; integração da Bacia do Verde/Jacaré com a bacia do rio São Francisco, através de adutoras interligadas a partir da barragem de Mirorós (Verde/Jacaré) e adutora do rio São Francisco.

Também foi projetada a construção do Canal do Sertão, que integrará as águas do São Francisco com as bacias do Itapicuru e do Paraguaçu (barragem de São José do Jacuípe), de modo a disponibilizar água para o abastecimento, oferecendo segurança hídrica para cerca de 750 mil habitantes, em 44 municípios.

Na região Semiárida, foram implantados, por meio Programa Água para Todos, mais de 100 sistemas de dessalinização para o atendimento de pequenas comunidades, além de outros 100 sistemas simplificados de abastecimento de água, estes por meio do projeto SWAp (Abordagem Setorial Ampla) do Banco Mundial.

Com o propósito de fortalecer a agricultura familiar, foi criada a Secretaria de Desenvolvimento Rural e, na estrutura da pasta, a Superintendência Baiana de Assistência Técnica e Extensão Rural (Bahiater).

Além disso, foram construídas, com apoio do governo Federal e recursos próprios do Estado, mais de 15 mil cisternas para o atendimento de mais de 51 mil pessoas, em 77 municípios.

Algumas medidas adicionais, listadas a seguir, foram colocadas para discussão pelo Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Bahia (Inema) em reunião governamental que teve como pauta o enfrentamento efetivo dos efeitos da seca.

## 5.1. Curto prazo

- cadastramento hierarquizado de mananciais utilizados para abastecimento em situações críticas, visando à recuperação e proteção imediata por meio de desassoreamento do manancial e redução de perdas nas captações;
- criação de programa emergencial de redução de perdas nas distribuições de água bruta e tratada e campanha de redução de consumo;
- restrição progressiva das outorgas de irrigação (maior consumidor de água) de forma seletiva, a partir da tipificação da cultura irrigada, do porte e impacto na lavoura, considerando o ciclo da cultura irrigada;
- aumento das ações de fiscalização às captações clandestinas;
- realização de monitoramento emergencial quali-quantitativo para acompanhamento das condições dos mananciais mais críticos.

## 5.2. Médio prazo (6 a 12 meses)

- cadastramento dos mananciais de abastecimento de água e identificação de suas vulnerabilidades;
- criação de projeto e implantação (onde já houver estudos) de recuperação de mata ciliar, priorizando: áreas de captações para abastecimento; nascentes; áreas de recargas; e localidades suscetíveis à erosão;
- cadastramento de usuários, priorizando moradores de áreas de conflitos pelo uso da água;
- seleção de áreas prioritárias para projetos de infraestrutura hídrica, tanto para recuperação de barramentos como para implantação de novas estruturas (barragens, adutoras, etc.);
- implantação de monitoramento de clima e dos recursos hídricos permanentes nas bacias hidrográficas. Esta é uma condição necessária para o Alerta Precoce;
- avaliação dos usos atuais dos reservatórios e das condições operacionais, com levantamento batimétrico, para atualização da capacidade de acumulação nas principais barragens do Estado .

### 5.3. Longo prazo (01 a 02 anos)

- Elaboração de Planos de Bacias com Planos de Secas, avaliando as vulnerabilidades dos diversos sistemas, com gatilhos de restrição hídrica e definição de prioridades para o uso da água;
- implantação de projetos de infraestrutura (barragens, adutoras, etc.) para reforçar os sistemas existentes;
- identificação e substituição de atividades econômicas com alto consumo de água por atividades mais resilientes, mais adaptadas e com menor demanda hídrica para as regiões semiáridas;
- apoio à substituição tecnológica realizada por meio de: métodos de irrigação mais eficientes no uso da água; e de culturas mais resistentes e com menor demanda.

### 5.4. Medidas adicionais

- implantação de monitoramento permanente da quantidade e qualidade dos mananciais de abastecimento, com acompanhamento em tempo real das vazões e dos volumes dos reservatórios;
- atualização das curvas de permanências de vazões dos rios usados para atender às regiões mais críticas. Visa a subsidiar as tomadas de decisões nas necessidades de suspensão de outorgas;
- ampliação da Sala de Situação do Inema, de modo que o espaço funcione em condição de plantão e atenda melhor às demandas de emergência para a seca, inundação e outros riscos ambientais.

## Referências

BAHIA. Governo do Estado da Bahia. Casa Civil. Site. Disponível em: <http://www.casacivil.ba.gov.br>.

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO RURAL DA BAHIA. Site. Disponível em: <http://www.sdr.ba.gov.br>.

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA HÍDRICA E DE SANEAMENTO DA BAHIA. Site. Disponível em: <http://www.sih.ba.gov.br>.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. Secretaria de Planejamento do Estado da Bahia. Site. Disponível em: <http://www.sei.ba.gov.br>.



# Diagnóstico da seca 2011-2016 em Pernambuco: impactos e políticas de mitigação

Marcelo Cauás Asfora<sup>1</sup>, Maurílio Lima<sup>2</sup> e Mauro Roberto de Souza Lacerda<sup>3</sup>

## Resumo

Este artigo trata do ciclo de seca que teve início em 2010 e ainda não se concluiu no sertão do Estado de Pernambuco. O ciclo já pode ser considerado o mais longo dos últimos dois séculos. Na agropecuária, a queda brutal ocorrida no seu valor adicionado revela o quão impactante foram os efeitos da seca sobre as atividades econômicas desse setor, que ainda não voltaram aos níveis do período pré-seca. Não obstante, no mesmo período, a economia pernambucana apresentou um bom desempenho em função dos resultados das atividades dos setores industrial e de serviços. A complexidade do fenômeno da seca e suas implicações socioeconômicas impõem a necessidade de adoção de medidas preventivas e estruturantes, que promovam a convivência com os efeitos desse fenômeno e, ao mesmo tempo, reduzam as ações

## Abstract

*This article tackles the drought cycle that began in 2010, and has yet to end, in the countryside (in Portuguese Sertão) of the state of Pernambuco. This cycle can already be considered the longest in the last two centuries. The plunge taken in the agriculture aggregated value shows how deep the effects of the drought were on the economic aspect in the area, values which have yet to return to the pre-drought levels. However, in the same period, the economy in Pernambuco has shown good performance due to the industrial and service sectors. The complexity of this climate phenomenon, and its social-economic implications, impose the need to adopt preventive and structural measures that promote both the balance to live with the drought and to reduce the reactive actions to the disaster, many times*

1 Diretor presidente da Agência Pernambucana de Águas e Clima (Apac).

2 Diretor presidente da Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco (Condepe/Fidem).

3 Gerente geral de Revitalização e Sistemas Rurais da Secretaria Executiva de Recursos Hídricos de Pernambuco.

direcionadas apenas à resposta ao desastre, muitas vezes limitadas pela situação econômica do País e do Estado. Este artigo apresenta, ainda, um diagnóstico da seca no período de 2010 a 2016, seus impactos e as principais ações estruturadoras planejadas e executadas para convivência com a seca.

**Palavras-chave:** Seca em Pernambuco. Convivência com o Semiárido.

*limited by the economic situation of both the state and the country. This article also presents a diagnostic analysis of the 2010-2016 drought, its impacts and main structural planned and executed actions to enable the population to live with it.*

**Keywords:** *Drought in Pernambuco. Living balance with the semi-arid.*

## 1. Introdução

O Estado de Pernambuco, do ponto de vista climático, apresenta 89% de sua área com clima semiárido e os outros 11% com clima úmido e subúmido, de acordo com a classificação climática de Thornthwaite. O clima semiárido, presente nas Mesoregiões do Sertão e Agreste, caracteriza-se pelos baixos índices pluviométricos, com longos períodos secos e chuvas escassas, concentradas em poucos meses do ano e altas temperaturas. A pluviosidade média mantém-se entre 500 e 800 milímetros (mm) anuais.

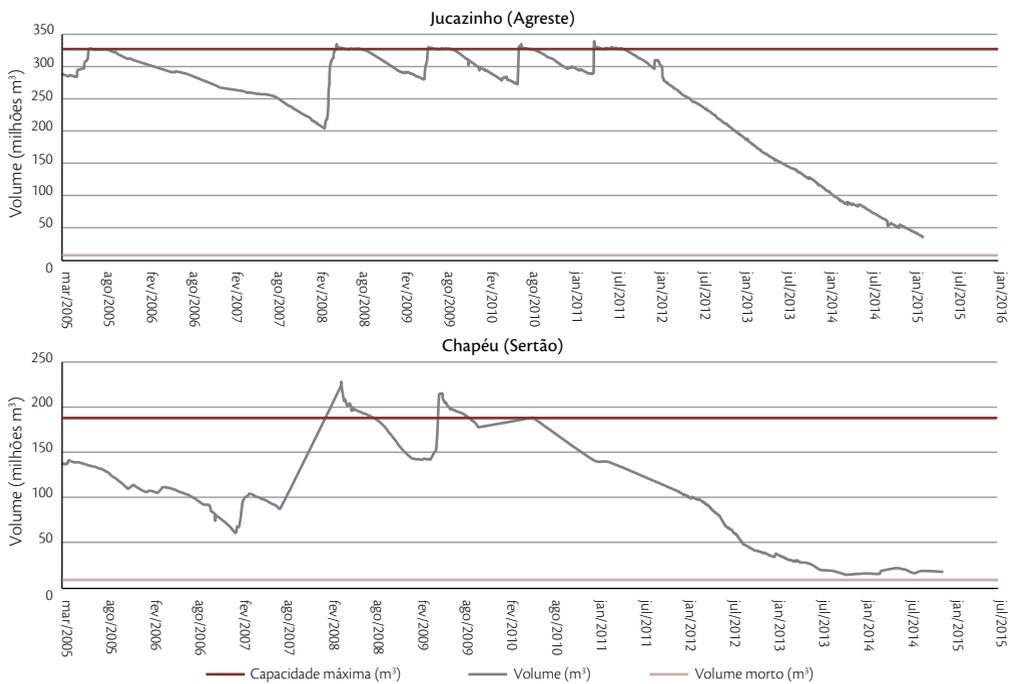
Uma característica marcante no clima do Sertão de Pernambuco é a enorme concentração das chuvas em poucos meses do ano. Em cerca de quatro meses (janeiro a abril) chega-se a registrar 2/3 de toda a chuva do ano. No Agreste, onde também predominam condições de semiaridez, a grande diferença do Sertão se dá na distribuição das chuvas. Nas áreas mais próximas ao Sertão, o período chuvoso do Agreste ocorre entre os meses de fevereiro a junho. Já nas áreas mais próximas da mata, a estação chuvosa do Agreste se dá entre março e julho.

O clima tropical úmido, encontrado na região metropolitana do Recife e na Zona da Mata, tem como características baixas amplitudes térmicas, alta umidade relativa do ar e precipitações médias anuais entre 1.500 e 2.500 mm. Essa região possui período chuvoso extenso, com pelo menos seis meses de duração. Em geral, as chuvas vão de março a agosto e o período seco (na verdade não tão seco devido à alta pluviosidade) situa-se de setembro a fevereiro.

A heterogeneidade, espacial, temporal e de intensidade das chuvas nas diferentes regiões fisiográficas do Estado, não raramente, impõe condições extremas de seca e enchentes, simultaneamente, muitas vezes, em uma mesma região. Tal situação de simultaneidade, frequentemente, passa despercebida pelo fato de historicamente não se monitorar sistematicamente a seca.

## 2. Primeiros sinais da seca e evolução da estiagem

A ocorrência de grandes enchentes nos meses de junho de 2010 e maio de 2011 em diversas bacias hidrográficas do Agreste e da Mata do Estado de Pernambuco fez com que o processo de seca que se instalava no Sertão já em 2010 passasse despercebido. No Gráfico 1, onde se compara o comportamento dos reservatórios de Jucazinho e Chapéu, situados respectivamente no Sertão e Agreste do Estado, fica evidenciado que uma seca hidrológica estava em curso no Sertão já em 2010.



**Gráfico 1.** Históricos de acumulação nos reservatório de Jucazinho (Agreste) e Chapéu (Sertão)

Fonte: Agência Pernambucana de Águas e Clima (Apac)

Em outubro de 2011, quando seria esperado o início das chuvas no Sertão do Estado, anomalias de pressão e, conseqüentemente, de ventos, geraram circulações características de bloqueio para o semiárido que persistiram até março de 2012, final do período chuvoso dessa região. Com isso, as precipitações pluviométricas alcançaram apenas 25% da média climatológica. A partir da segunda quinzena de fevereiro, as condições de bloqueio persistentes em dezembro e janeiro voltaram a atuar, gerando déficit hídrico na maior parte do Estado de Pernambuco, estendendo

as condições de baixa pluviosidade para as demais regiões do Estado. Nas regiões do Agreste e Litoral/Mata do Estado, o acumulado das precipitações em 2012 somou apenas 30% e 60% das médias climatológicas respectivas. Essa situação caracterizou a chegada dos efeitos da estiagem ao litoral e à Zona da Mata pernambucanos.

O final de 2012 e os três primeiros meses de 2013 foram caracterizados pela ocorrência de chuvas mal distribuídas no Sertão do Estado, com aumento de acumulação insignificante em praticamente todos os reservatórios utilizados para abastecimento de água. Essas chuvas, um pouco mais presentes na região do Araripe, Extremo Oeste de Pernambuco, praticamente não alcançaram o Agreste. Em fevereiro, o litoral e a Zona da Mata registraram apenas 30% da precipitação normal para essa época do ano. Essa circunstância forçou a implantação de rodízio de abastecimento de água para 1,5 milhão de habitantes do grande Recife, que depois de décadas de racionamento havia passado a receber água de forma contínua, após a entrada em operação do Sistema Pirapama..

O período chuvoso entre 2013 e 2016 no litoral e na Mata aconteceu em situação de normalidade ou próxima a isso, o que permitiu a restauração do abastecimento normal para a região metropolitana do Recife. No semiárido, a situação de déficit hídrico nos mananciais se manteve. Os reservatórios de abastecimento das cidades do Agreste e Sertão continuaram em déficit crescente em todos os anos subsequentes a 2013. Na zona rural, a situação foi um pouco amenizada em algumas áreas pela ocorrência de chuvas esporádicas.

A evolução da estiagem entre 2011 e 2016 pode ser observada na Figura 1, onde são apresentados os desvios da precipitação em relação à média climatológica nestes anos. Em 2012, houve redução das chuvas com relação ao total anual médio em todo o Estado, sendo observados desvios em relação à média de, aproximadamente, 80% no Sertão, 70% no Agreste e 30% na Mata e no litoral.

Nos anos de 2013 e 2014, observou-se uma melhoria nos volumes precipitados, embora os totais precipitados tenham ficado abaixo da média. Em 2013, o desvio anual ficou próximo de -40% no Sertão, -20% no Agreste e dentro do normal na Zona da Mata. Em 2014, o desvio anual foi de -20% no Sertão e, no Agreste e na Zona da Mata, as chuvas ficaram próximas do normal.

Em 2015, houve uma sensível redução das chuvas, que chegaram a patamares próximos aos ocorridos em 2012, ano de maior estiagem, nas regiões do Agreste e Sertão. O desvio anual das chuvas nestas regiões foi de -60%. Em 2016, a estiagem voltou a atingir o litoral e a Zona da Mata do Estado. O desvio anual das chuvas no Estado foi de aproximadamente -30%.

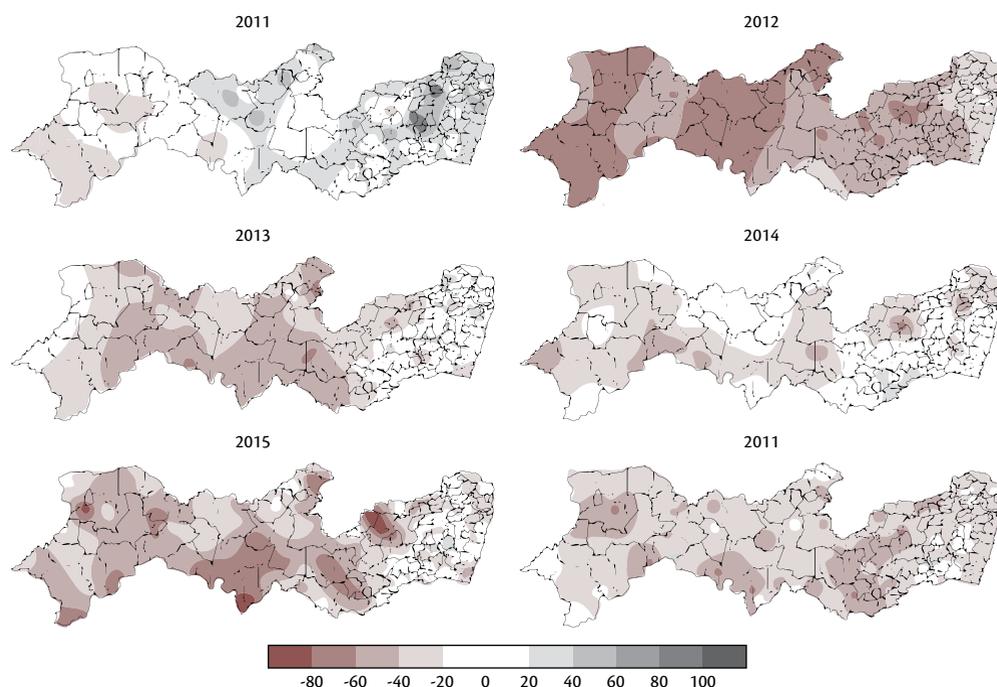
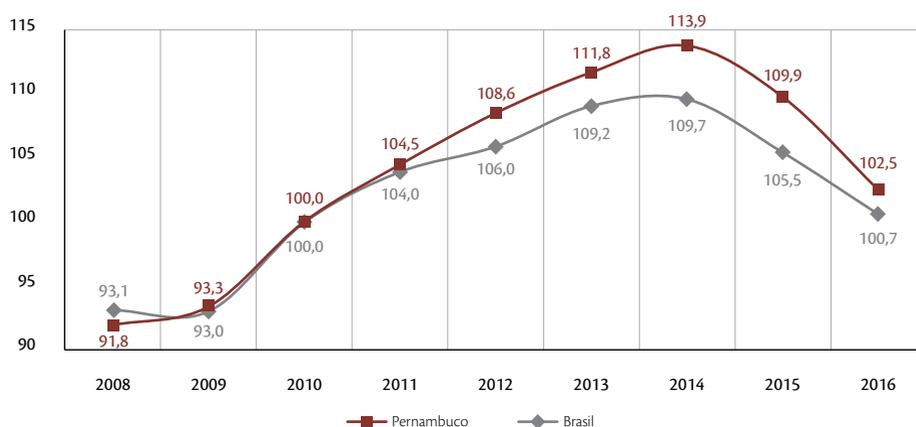


Figura 1. Desvios da precipitação acumulada no período de 2011 a 2016

Fonte: Agência Pernambucana de Águas e Clima (Apac).

### 3. Desempenho da economia pernambucana de 2008 a 2016: uma análise a partir do PIB e dos valores adicionados setoriais.

A dinâmica recente da economia pernambucana tem acompanhado a evolução da economia brasileira, conforme mostra o Gráfico 2. Observa-se, porém, que a partir de 2011 até 2014, a economia pernambucana se expandiu de maneira mais forte, enquanto a brasileira praticamente estagnou, antecipando, em algum grau, o início da recessão que atingiu em grau semelhante às duas economias no biênio 2015-2016.



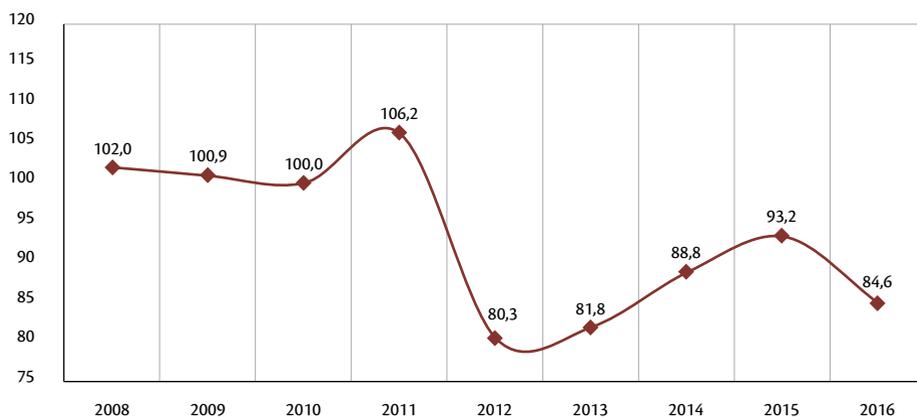
**Gráfico 2.** Evolução do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil e Pernambuco

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco (Condepe/Fidem).

Esse melhor desempenho relativo da economia pernambucana sobreveio, apesar da seca incidente no período. Isto se deve ao desempenho dos setores industrial e de serviços, os quais, de forma direta e indireta, foram profundamente beneficiados por um bloco de investimentos pesados em infraestrutura e em novas cadeias produtivas, como a indústria naval, de refino de petróleo e automobilística.

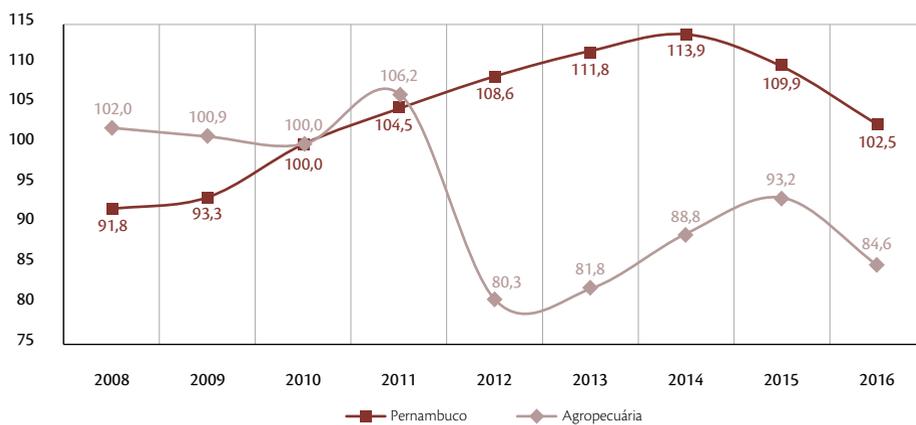
No que se refere ao setor agropecuário, o Gráfico 3 mostra a brutal queda ocorrida no seu valor adicionado. A trajetória deste setor revela o quão impactante foram os efeitos da seca sobre estas atividades econômicas. No período dos últimos cinco anos, 2012-2016, os resultados do setor agropecuário não mais voltaram aos níveis do período pré-seca.

De modo geral, os setores não agropecuários parecem não terem sido impactados de forma relevante pela seca, embora fosse provável que um melhor desempenho da atividade agropecuária impactasse positivamente sobre o conjunto da economia. Tal comportamento pode ser observado no Gráfico 4, onde se observa a concentração dos efeitos da seca no setor agropecuário em face do conjunto da economia pernambucana.



**Gráfico 3.** Gráfico 3: Evolução do Valor Adicionado Bruto (VAB) da Agropecuária 2008-2016

Fonte: IBGE e Agência Condepe/Fidem.



**Gráfico 4.** Gráfico 4: Evolução dos Índices de Volume do PIB e do VAB da Agropecuária

Fonte: IBGE e Agência Condepe/Fidem.

## 4. Desempenho da agropecuária de Pernambuco de 2008 a 2015: uma avaliação a partir de indicadores específicos

### 4.1. Agricultura 2008-2015

#### 4.1.1. Lavouras temporárias

No biênio 2008-2009, quatro culturas - cana-de-açúcar e mandioca, de ciclo longo, e feijão e milho, de ciclo curto - respondiam por mais de 95% da área colhida das lavouras temporárias. Sendo assim, falar dessas lavouras em Pernambuco significa falar da cana-de-açúcar, na Zona da Mata, e de feijão, mandioca e milho, no Agreste e no Sertão.

#### Cana-de-açúcar

No período 2008-2011, a quantidade produzida de cana-de-açúcar variou entre 20,4 milhões (2008) e 19,3 milhões de toneladas (2011). No período seguinte, 2012-2015, os patamares produtivos encontravam-se entre 14,2 milhões (2012) e 16,0 milhões de toneladas (2015). Comparando-se o resultado de 2012 com o de 2011, verifica-se uma queda de 26,3% na produção.

Embora a atividade canavieira se desenvolva na região úmida da Zona da Mata, é nítido o efeito da seca sobre a produção, com a diminuição acumulada de 17,7% da área colhida no período 2011-2013. Houve também impacto sobre a produtividade, que caiu 16,2% em 2012 e ainda não recuperou o nível de 2011 (Tabela 1).

**Tabela 1.** Produção de cana-de-açúcar

Ano	Quantidade Produzida (t)	Variação (%)	Área Colhida (ha)	Variação (%)	Rendimento Médio (kg/ha)	Variação (%)
2008	20.359.720	-	371.474	-	54.808	-
2009	19.445.241	-4,5	352.276	-5,2	55.199	0,7
2010	19.704.071	1,3	361.253	2,5	54.544	-1,2
2011	19.332.281	-1,9	341.023	-5,6	56.689	3,9
2012	14.242.228	-26,3	299.901	-12,1	47.490	-16,2
2013	14.834.139	4,2	296.823	-1,0	49.976	5,2

Ano	Quantidade Produzida (t)	Variação (%)	Área Colhida (ha)	Variação (%)	Rendimento Médio (kg/ha)	Variação (%)
2014	15.417.362	3,9	302.932	2,1	50.894	1,8
2015	15.965.218	3,6	309.487	2,2	51.586	1,4

Fonte: IBGE e Agência Condepe/Fidem.

## Feijão

A cultura do feijão foi bastante impactada pela seca (Tabela 2), pois, no biênio 2008-2009, foram produzidas, em média, 141,1 mil toneladas por ano, enquanto a média de produção no período de seca (2012-2015) ficou em torno de 36,4 mil toneladas por ano.

Entre os extremos da série considerada, houve uma queda na produção de 74,2%, ou seja, praticamente 3/4 da produção foi dizimada pela seca. Nos mesmos períodos, a área colhida passou de 316,0 mil hectares para 104,4 mil hectares, uma redução de 67,0%, praticamente 2/3 de área perdida. .

**Tabela 2.** Produção de feijão (em grão)

Ano	Quantidade Produzida (t)	Variação (%)	Área Colhida (ha)	Variação (%)	Rendimento Médio (kg/ha)	Variação (%)
2008	152.300	-	320.239	-	476	-
2009	129.965	-14,7	311.672	-2,7	417	-12,3
2010	68.742	-47,1	204.092	-34,5	337	-19,2
2011	107.418	56,3	285.875	40,1	376	11,6
2012	18.240	-83,0	62.615	-78,1	291	-22,5
2013	41.098	125,3	70.788	13,1	581	99,3
2014	52.787	28,4	190.338	168,9	277	-52,2
2015	33.560	-36,4	93.714	-50,8	358	29,1

Fonte: IBGE e Agência Condepe/Fidem.

Quanto à produtividade, também houve diminuição, embora em escala menor, pois, enquanto se produziu 446 kg, em média, de feijão por hectare em 2008-2009, essa média baixou para 377 kg/ha em 2012-2015, o que representa queda de 15,5%

## Mandioca

Após alcançar seu pico em 2010, a quantidade produzida de mandioca apresentou uma queda acumulada de 64,3% no período 2011-2013. Em 2015, foram produzidas 388,3 mil toneladas do produto, patamar que representa pouco mais de 50% do que foi produzido em 2010.

Sua área colhida caiu de uma média anual de 60,7 mil hectares em 2008-2009 para a média de 39,8 mil hectares em 2012-2015, uma redução de 34,4% ou seja, perda de mais de 1/3 na área.

Esses efeitos da seca sobre o cultivo redundaram também na perda de produtividade de 22,4%, pois, no início da série, o rendimento médio era de 10,8 mil kg/ha, enquanto nos anos finais passou a 8,4 mil kg/ha (Tabela 3).

**Tabela 3.** Produção de mandioca

Ano	Quantidade Produzida (t)	Variação (%)	Área Colhida (ha)	Variação (%)	Rendimento Médio (kg/ha)	Variação (%)
2008	652.186	-	62.250	-	10.477	-
2009	655.919	0,6	59.090	-5,1	11.100	6,0
2010	743.328	13,3	66.372	12,3	11.199	0,9
2011	520.330	-30,0	46.740	-29,6	11.132	-0,6
2012	341.901	-34,3	45.888	-1,8	7.451	-33,1
2013	292.766	-14,4	35.245	-23,2	8.307	11,5
2014	302.361	3,3	34.061	-3,4	8.877	6,9
2015	388.343	28,4	43.914	28,9	8.843	-0,4

Fonte: IBGE e Agência Condepe/Fidem.

## Milho

No biênio 2008-2009, a quantidade produzida de milho (média anual) foi de 185,8 mil toneladas, enquanto no período 2012-2015 - em que os efeitos da seca sobre a atividade produtiva se intensificaram - a produção média anual foi de 31,2 mil toneladas, resultando em uma queda de 83,2%.

Da mesma forma, a área colhida caiu 69,9%, passando da média anual de 279,0 mil para 84,0 mil hectares, do início ao final da série. O rendimento médio também diminuiu: de 666 para 411 kg/ha (ou seja, -38,3%).

Tabela 4. Produção de milho (em grão)

Ano	Quantidade Produzida (t)	Variação (%)	Área Colhida (ha)	Variação (%)	Rendimento Médio (kg/ha)	Variação (%)
2008	178.593	-	275.402	-	648	-
2009	193.059	8,1	282.687	2,6	683	5,3
2010	69.715	-63,9	176.892	-37,4	394	-42,3
2011	124.028	77,9	259.335	46,6	478	21,4
2012	22.054	-82,2	53.855	-79,2	410	-14,4
2013	23.922	8,5	41.592	-22,8	575	40,5
2014	53.074	121,9	163.157	292,3	325	-43,4
2015	25.867	-51,3	77.250	-52,7	335	2,9

Fonte: IBGE e Agência Condepe/Fidem.

### 4.1.2. Lavouras permanentes

Cerca de 90% do valor da produção das lavouras permanentes concentrava-se em quatro culturas, em 2008-2009: uva, manga, banana e goiaba. Enquanto a banana se distribui pelas mesorregiões da Mata, do Agreste, Sertão e São Francisco, as demais culturas se concentram nas áreas irrigadas dessa última mesorregião.

## Banana

A produção de banana atingiu seu pico em 2011. Por conta da seca, em 2012-2013 sofreu uma queda acumulada na quantidade produzida de 33,3%. Em relação à área colhida, a média anual do período 2008-2009 era de 42,7 mil hectares, enquanto no período de seca (2012-2015) caiu para 37,9 mil ha, redução de 11,2%.

Quanto à produtividade, não foram constatadas tendências claras de alta ou baixa e, apesar das flutuações a cada ano, se manteve estável. Conclui-se, portanto, que a redução na produção se deveu à frustração de colheita nas regiões mais expostas à seca, tendo em vista que a banana é cultivada também em regiões do Agreste e do Sertão (Tabela 5).

**Tabela 5.** Banana (cacho)

Ano	Quantidade Produzida (t)	Varição (%)	Área Colhida (ha)	Varição (%)	Rendimento Médio (kg/ha)	Varição (%)
2008	395.209	-	42.530	-	9.292	-
2009	437.155	10,6	42.910	0,9	10.188	9,6
2010	517.285	18,3	45.538	6,1	11.359	11,5
2011	545.707	5,5	51.028	12,1	10.694	-5,9
2012	407.574	-25,3	40.805	-20,0	9.988	-6,6
2013	364.144	-10,7	36.309	-11,0	10.029	0,4
2014	396.470	8,9	38.856	7,0	10.204	1,7
2015	324.125	-18,2	35.792	-7,9	9.056	-11,2

Fonte: IBGE e Agência Condepe/Fidem.

## Goiaba

Pelo fato de a produção de goiaba ser realizada quase totalmente em áreas irrigadas da mesorregião do São Francisco, não houve qualquer impacto significativo da seca sobre essa cultura (Tabela 6). Enquanto eram produzidas, entre 2008 e 2011, em média 98,5 mil toneladas anuais de goiaba, no período 2012-2015 a produção se expandiu para 113,2 mil toneladas anuais, em um crescimento de 14,9%.

No que se refere à área colhida, ocorreu o mesmo movimento, embora de forma menos intensa: a área se expandiu em 1,7% entre o período inicial e o final. A produtividade também continuou se expandindo: em 2008-2011, era de 26,8 mil kg/ha e passou para 30,2 mil kg/ha entre 2012 e 2015, crescendo 12,8%.

Tabela 6. Goiaba

Ano	Quantidade Produzida (t)	Varição (%)	Área Colhida (ha)	Varição (%)	Rendimento Médio (kg/ha)	Varição (%)
2008	96.733	-	3.728	-	25.948	-
2009	98.955	2,3	3.675	-1,4	26.927	3,8
2010	90.496	-8,5	3.388	-7,8	26.711	-0,8
2011	107.755	19,1	3.920	15,7	27.489	2,9
2012	107.196	-0,5	3.703	-5,5	28.948	5,3
2013	103.697	-3,3	3.261	-11,9	31.799	9,8
2014	96.890	-6,6	3.414	4,7	28.380	-10,8
2015	144.909	49,6	4.583	34,2	31.619	11,4

Fonte: IBGE e Agência Condepe/Fidem.

## Manga

No período inicial da série estatística (2008-2011), a quantidade produzida de manga, em termos médios anuais, era de 200,8 mil toneladas, enquanto em 2012-2015, foi de 224,8 mil toneladas, apresentando, portanto, crescimento de 11,9%.

A área colhida também se ampliou entre os dois períodos: de 10,6 mil para 10,9 mil hectares, aumento de 3,1%. A produtividade aumentou 8,6%, passando de 18,9 mil kg/ha para 20,6 mil kg/ha.

Conclui-se, portanto, que o impacto da seca sobre essa cultura foi praticamente nulo, tendo em vista que essa atividade é desenvolvida em áreas irrigadas da mesorregião do São Francisco. Como se trata de uma cultura que incorpora elevados padrões técnicos, sua produtividade continua crescente (Tabela 7).

Tabela 7. Manga

Ano	Quantidade Produzida (t)	Varição (%)	Área Colhida (ha)	Varição (%)	Rendimento Médio (kg/ha)	Varição (%)
2008	196.507	-	10.404	-	18.888	-
2009	196.908	0,2	10.489	0,8	18.773	-0,6
2010	194.315	-1,3	10.111	-3,6	19.218	2,4
2011	215.566	10,9	11.409	12,8	18.894	-1,7
2012	226.921	5,3	11.257	-1,3	20.158	6,7
2013	214.117	-5,6	10.367	-7,9	20.654	2,5
2014	218.679	2,1	10.945	5,6	19.980	-3,3
2015	239.423	9,5	11.156	1,9	21.461	7,4

Fonte: IBGE e Agência Condepe/Fidem.

## Uva

A produção de uva não foi impactada pela seca (Tabela 8). No período 2008-2011, alcançava uma média anual de 181,9 mil toneladas, passando a 231,9 mil toneladas em 2012-2015, um aumento de 27,5% na produção. A área colhida se expandiu 5,9%, de 6,4 mil para 6,8 mil hectares, de um período a outro. O rendimento médio cresceu 20,7%, e evoluiu de 28,3 mil kg/ha para 34,1 mil kg/ha do início ao final da série.

Constata-se que a uva e os produtos principais da fruticultura irrigada do Vale do São Francisco foram, de certa forma, imunes à seca e continuaram sua marcha de expansão, incorporando crescentemente progresso técnico, o que dá condições de sustentabilidade econômica a essas culturas no longo prazo.

Tabela 8. Tabela 8: Uva

Ano	Quantidade Produzida (t)	Variação (%)	Área Colhida (ha)	Variação (%)	Rendimento Médio (kg/ha)	Variação (%)
2008	165.075	-	5.864	-	28.151	-
2009	158.517	-4,0	6.003	2,4	26.406	-6,2
2010	195.168	23,1	6.964	16,0	28.025	6,1
2011	208.660	6,9	6.822	-2,0	30.586	9,1
2012	224.758	7,7	6.763	-0,9	33.233	8,7
2013	228.727	1,8	6.787	0,4	33.701	1,4
2014	236.719	3,5	6.797	0,1	34.827	3,3
2015	237.367	0,3	6.814	0,3	34.835	0,0

Fonte: IBGE e Agência Condepe/Fidem.

#### 4.2. Pecuária 2008-2015

A criação animal (pecuária) pernambucana se caracteriza pela diversificação em animais de grande porte (bovinos, com predominância da bovinocultura leiteira em relação à de corte), de médio porte (suínos, caprinos e ovinos) e de pequeno porte (aves galináceas).

Em 2008, entre os rebanhos de grande e médio porte, os maiores efetivos eram de bovinos (2,2 milhões de cabeças), seguidos por caprinos (1,7 milhão) e ovinos (1,4 milhão). A partir de 2013, já como consequência da seca, o rebanho bovino passa a ser o terceiro, após o caprino e o ovino. Em 2015, existiam 2,436 milhões de caprinos, número quase igual ao de ovinos (2,416 milhões) e 1,9 milhão de cabeças de gado bovino.

Conclui-se que a seca impactou negativamente a bovinocultura e houve crescente substituição pela ovino-caprinocultura, tendo em vista a maior adaptabilidade desses últimos rebanhos às atuais condições climáticas.

As variações anuais dos efetivos de rebanhos no período de 2008-2015 são apresentadas nas Tabelas de 9 a 13 descritas a seguir.

## Bovinocultura

O rebanho bovino de Pernambuco alcançou seu maior efetivo em 2011, com cerca de 2,5 milhões de cabeças. Nos anos 2012-2013 foram perdidas quase 680 mil cabeças, o equivalente a 27,1% desse rebanho. Em 2014-2015, foi observada alguma recuperação nessa quantidade, o significou um aumento de mais de 125 mil cabeças.

## Suinocultura

Quanto ao rebanho suíno, este passou de um efetivo médio de 448,1 mil cabeças em 2008-2011 a um rebanho médio de 481,7 mil em 2012-2015. Essa expansão se deu a partir de 2014, tendo em vista o declínio nesse efetivo de 2009 a 2013, em parte, por conta da seca.

## Caprinocultura

O impacto da seca na caprinocultura concentrou-se no ano de 2012, com perda de 7,0% do rebanho, ou seja, mais de 130 mil animais. A partir de 2013, começa a recuperação e, até 2015, são incorporadas mais de 640 mil cabeças ao efetivo.

A respeito desse cenário podem ser levantadas duas hipóteses a serem confirmadas: a possível migração de produtores da bovinocultura em direção a caprinocultura e a provável importação de animais.

## Ovinocultura

O impacto da seca na ovinocultura também se concentrou no ano de 2012, com perda de 11,0% do rebanho, ou seja, mais de 200 mil animais. A recuperação teve início a partir de 2013 e foram incorporadas mais de 760 mil cabeças ao efetivo até 2015.

Em relação a esses números, podem ser levantadas as mesmas duas hipóteses avançadas em relação ao rebanho caprino, naturalmente sujeitas à confirmação: a possível migração de produtores da bovinocultura em direção à ovinocultura e a provável importação de animais.

## Avicultura

Somente em 2015 a avicultura pernambucana superou o patamar atingido pelo seu efetivo em 2008. Na série estatística aqui utilizada, houve queda sucessiva por cinco anos nesse rebanho, o que levou a uma perda de 7,1 milhões de aves. Porém, a partir do biênio 2014-2015, essa criação aumentou significativamente e incorporou ao efetivo avícola mais 8,6 milhões de aves.

**Tabela 9.** Efetivo de rebanho bovino

Ano	Cabeças	Varição (%)
2008	2.249.788	-
2009	2.297.366	2,1
2010	2.383.268	3,7
2011	2.502.156	5,0
2012	1.895.642	-24,2
2013	1.823.230	-3,8
2014	1.920.075	5,3
2015	1.948.357	1,5

**Tabela 10.** Efetivo de rebanho suíno

Ano	Cabeças	Varição (%)
2008	509.547	-
2009	435.671	-14,5
2010	421.144	-3,3
2011	425.977	1,1
2012	401.944	-5,6
2013	399.309	-0,7
2014	514.500	28,8
2015	611.234	18,8

Tabela 11. Efetivo de rebanho caprino

Ano	Cabeças	Varição (%)
2008	1.720.128	-
2009	1.638.514	-4,7
2010	1.735.051	5,9
2011	1.925.778	11,0
2012	1.791.422	-7,0
2013	1.976.398	10,3
2014	2.058.122	4,1
2015	2.436.207	18,4

Tabela 12. Efetivo de rebanho ovino

Ano	Cabeças	Varição (%)
2008	1.351.934	-
2009	1.487.228	10,0
2010	1.622.511	9,1
2011	1.856.351	14,4
2012	1.652.883	-11,0
2013	1.830.647	10,8
2014	1.924.342	5,1
2015	2.416.977	25,6

Tabela 13. Efetivo de rebanho avícola (Galináceo)

Ano	Cabeças	Varição (%)
2008	35.574.374	-
2009	34.171.265	-3,9
2010	33.716.909	-1,3
2011	31.929.633	-5,3
2012	29.560.953	-7,4
2013	28.493.693	-3,6
2014	32.246.576	13,2
2015	37.045.830	14,9

Fonte: IBGE e Agência Condepe/Fidem.

## 5. Perdas no faturamento por colapso no abastecimento de água 2010-2016

As perdas de faturamento da Companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa) no período de 2010 a 2016, para as diferentes regiões do Estado, são apresentadas na Figura 2. Notadamente, as maiores perdas de faturamento concentram-se no Agreste. Esta é a região com maior déficit hídrico do Estado. O abastecimento dos municípios depende exclusivamente dos mananciais da região, sendo que o maior deles, a barragem de Jucazinho, com capacidade de acumulação de 303 hectômetros cúbicos (hm<sup>3</sup>), entrou em colapso em 2014 e encontra-se completamente seco.

A mesorregião do Sertão, embora tenha condições climáticas mais severas que o Agreste, tem boa parte dos seus sistemas de abastecimento supridos com água do rio São Francisco, que margeia toda a região. Estes sistemas garantem às áreas urbanas uma maior resiliência às secas.

As mesorregiões do Litoral e da Mata são menos impactadas pelas estiagens devido a sua alta pluviosidade que, mesmo com ocorrência de chuvas inferiores à média climatológica, produzem deflúvio suficiente para recarregar seus reservatórios.

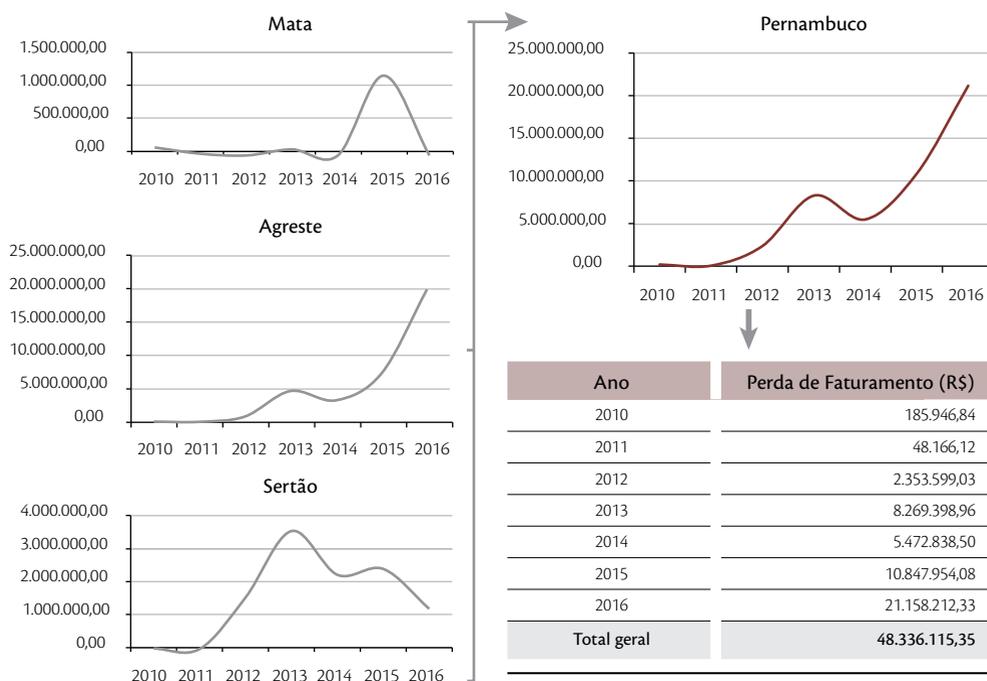


Figura 2. Perdas de faturamento da Compesa no período de 2010 a 2016

Fonte: Compesa.

## 6. Ações estruturadoras para convivência com a seca em Pernambuco

### 6.1. Barragens

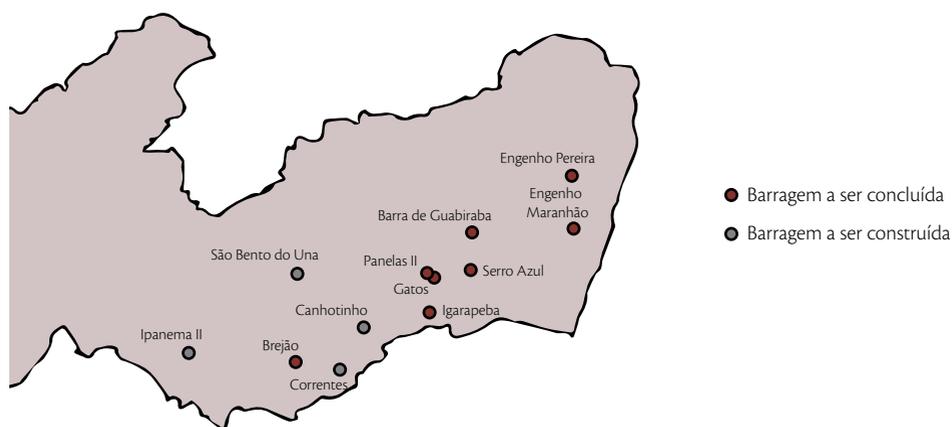
De 11 empreendimentos para construção de barragens iniciados a partir de 2007, o reservatório Mundaú II (Cajueiro), no Agreste Meridional, região de Garanhuns, foi concluído em 2010; o açude da Nação, em janeiro de 2014; Serro Azul será concluída em dezembro de 2016 e a barragem de São Bento do Una está prestes a ter sua obra iniciada. As demais obras se encontram em diferentes estágios de execução ou paralisadas. A Figura 3 representa, de forma esquemática, a localização das barragens.

Em valores atuais, o investimento no conjunto de barragens supera R\$ 1 bilhão. Os recursos conveniados com a União somam R\$ 464,6 milhões, ainda assim, sem repasses há bastante tempo.

Como resultado da dificuldade do governo estadual em arcar com os custos, parte das obras está paralisada. Isso traz riscos para a população em razão da possibilidade de ocorrência de cheias em períodos chuvosos, que podem trazer danos às obras e, ainda, pela impossibilidade de aproveitamento de parcela do volume que deverá ser acumulado nos reservatórios para abastecimento de água.

Além disso, a continuidade da paralisação forçosamente levará a novas licitações, com elevação de custos e indesejada divisão de responsabilidades técnicas em obras complexas como barragens.

Encontram-se em desenvolvimento, também, projetos de engenharia para quatro outras barragens que, além de ampliar a segurança hídrica do Agreste, são essenciais ao controle de cheias em Pernambuco e principalmente em Alagoas, severamente atingido pelas inundações em 2010. São as barragens de Correntes e Canhotinho, na bacia do Mundaú, Ipanema II e Itaíba, no rio Ipanema e em um dos seus afluentes. Juntas deverão acumular cerca de 400 milhões de metros cúbicos (m<sup>3</sup>). O rio Mundaú e seus afluentes deram origem à destruição das cidades de Alagoas em 2010.



**Figura 3.** Localização das barragens iniciadas ou em projeto.

Fonte: Secretaria Executiva de Recursos Hídricos da Secretaria de Planejamento e Gestão de Pernambuco.

## 6.2. Adutoras

A principal estratégia adotada pelo Governo de Pernambuco em seu plano de infraestrutura hídrica, desde 2007, é o transporte de água por meio de adutoras, a partir de fontes mais seguras - principalmente o Rio São Francisco, para a Região Semiárida, e barragens e poços profundos na Zona da Mata e região metropolitana, para abastecimento das cidades mais próximas ao litoral.

As principais obras realizadas a partir de 2007 para abastecimento de água em Pernambuco, pela Compesa e Secretaria de Recursos Hídricos e Energéticos (ou suas sucessoras, Secretaria de Infraestrutura e Secretaria de Desenvolvimento Econômico), com o suporte da União, são:

- Sistema Pirapama, para a região metropolitana do Recife;
- Sistemas Siriji e Carpina, para a Mata Norte;
- Sistema de Agrestina, Altinho, Cachoeirinha e Ibirajuba, no Agreste;
- Adutora do Pajeú, executada diretamente pelo Departamento Nacional de Obras contra as Secas (Dnocs), em Sertão do Pajeú;
- Adutora Tuparetama, em São José do Egito, também na região do Pajeú;
- Adutora de Arcoverde, alimentada por poços perfurados pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM);
- Adutoras de Pesqueira e de Palmeirina, no Agreste;
- Conclusão e ampliação da capacidade de transporte de água do Sistema Adutor do Oeste, que atende toda a região mais a oeste do Estado, do Rio São Francisco ao Araripe. Para efetivar a chegada da água nas residências, a Compesa tem feito trabalho intenso de melhoria das redes nas cidades.

Ocorre, porém, que as barragens que atendem parte dessas adutoras localizadas no Semiárido entraram em colapso, o que gerou a paralisação do abastecimento. Apenas aquelas que têm como fonte o Rio São Francisco ou poços profundos em regiões sedimentares se mantêm em operação. A Figura 4 mostra, de forma esquemática, os principais sistemas adutores do Estado.



**Figura 4.** principais sistemas de adução de água de Pernambuco

Fonte: Secretaria Executiva de Recursos Hídricos da Secretaria de Planejamento e Gestão de Pernambuco.

### Sistema Adutor do Pajeú

Na atualidade, a região do Pajeú tem, na adutora, uma obra em andamento essencial para seu desenvolvimento social e econômico. À medida que cada etapa do sistema adutor vai sendo concluída, as cidades passam a ser abastecidas com água aduzida do Rio São Francisco.

A conclusão, pelo Dnocs, da segunda etapa, entre Afogados da Ingazeira e a Paraíba, está associada ao início de operação do Eixo Leste até à cidade de Sertânia, onde a vazão correspondente a esse segundo trecho será captada. Alguns municípios da Paraíba também serão abastecidos.

### Sistema Adutor do Agreste

O Sistema Adutor do Agreste pernambucano se constitui em um conjunto de adutoras que, a partir do reservatório de Ipojuca - ponto final do Ramal do Agreste, canal que integrará o Eixo Leste do Sistema de Transposição de Águas do Rio São Francisco -, irá garantir, de forma definitiva, o abastecimento de água para todas as cidades do Agreste pernambucano. A região é considerada pela Agência Nacional das Águas (ANA), nos estudos do planejamento regional, desde as primeiras iniciativas desenvolvidas pela Superintendência de Desenvolvimento do

Nordeste (Sudene) até hoje, como a área mais crítica do País em sustentabilidade hídrica, especialmente por se tratar de uma das localidades semiáridas mais habitadas do mundo.

A adutora, quando concluída, beneficiará, ao longo da sua faixa de influência, 68 sedes municipais, mais de 80 sedes de distritos, além da população rural. A população favorecida dentro do horizonte do projeto é estimada em 2 milhões de pessoas, as quais demandarão cerca de 6 m<sup>3</sup>/s de água para o seu abastecimento.

A região é extremamente carente de água de boa qualidade nas quantidades requeridas pela população. Em sua grande maioria, as localidades são atualmente atendidas com águas que apresentam elevados teores de sal, o que as tornam inadequadas para uso humano, dessedentação animal e, quase sempre, impróprias para uso industrial. Tal situação se constitui em um dos fatores mais importantes de restrição ao desenvolvimento regional.

O sistema concebido terá cerca de 1.300 km de adutoras. Por meio de convênio com o Ministério da Integração Nacional (MI), a Compesa está construindo a estação de tratamento de água e instalando as tubulações da primeira etapa da obra.

O problema que se apresenta nessa fase crítica de seca é o horizonte previsto para a concretização do abastecimento por meio do sistema adutor, visto que a transferência de água do São Francisco está condicionada à conclusão do Eixo Leste, por um lado, e a execução do Ramal do Agreste, por outro.

A conclusão da primeira obra está prevista para o final de 2017. A segunda foi licitada, porém não iniciada até o final de 2016. Se iniciadas em 2017, as obras se estenderiam, de maneira otimista, até o final de 2020, e com visão mais realista, até 2022, face à complexidade do ramal, que prevê, inclusive, túneis extensos. Assim, faz-se necessária a adoção de medidas que possibilitem o abastecimento de água em menor prazo, face às perspectivas de continuação do desabastecimento das cidades.

A principal questão que se põe, portanto, é como atender às necessidades de abastecimento de água em menor horizonte de tempo. Ainda em 2012, o governo de Pernambuco previu essa situação e propôs ao MI novas estratégias para antecipar a solução do problema.

A primeira estratégia proposta ao referido ministério foi integrar novas fontes hídricas aos sistemas, em diversos casos aproveitando as tubulações que vinham sendo assentadas nas obras do Sistema Adutor do Agreste. Desse modo, a água captada em diversas fontes daria efetividade à obra, enquanto não se concretizasse o abastecimento via São Francisco.

A primeira ação, concluída no segundo semestre de 2014, transfere água de poços profundos na bacia sedimentar do Jatobá - perfurados em convênio com o Serviço Geológico do Brasil (CPRM/MI) - até à cidade de Arcoverde, porta de entrada do Sistema Adutor do Agreste. A segunda iniciativa, que se encontra em andamento, também acordada com o Ministério da Integração Nacional, corresponde à perfuração de bateria de poços no mesmo aquífero, com transporte por trechos da adutora. Para isso estão sendo perfurados 20 poços com profundidade entre 200 e 300 metros, que serão integrados, por meio de reservatórios e tubulações, aos lotes 01,02 e 03 da Adutora do Agreste. Contudo, pela vazão disponível, aproximadamente 200 litros por segundo, o alcance dessa solução fica restrito basicamente à região entre Alagoinha e Águas Belas.

As demais estratégias em andamento, associadas ao eixo leste, consistem em:

- interligação de barragens em construção, ou a construir, no Agreste e na Mata Sul do estado, aos sistemas de adutoras, antecipando a funcionalidade dos trechos em obras da Adutora do Agreste e de outros previstos para a segunda etapa;
- Adutora do Moxotó: com capacidade de 450 l/s, interligará o Eixo Leste às cidades de Arcoverde, no Sertão, Pesqueira e Alagoinha, no Agreste;
- Adutora do Pirangi: captação no rio Pirangi, na cidade de Catende, com vazão de 500 l/s, regularizada pela barragem de Igarapeba. A adutora levará a água para Caruaru e outras cidades, com transporte por trechos da Adutora do Agreste;
- Adutora de Serro Azul: captação de 500 l/s na barragem do mesmo nome, em Palmares. Obra com conclusão prevista para o primeiro semestre de 2018. Varias cidades serão abastecidas, com transporte por trechos da Adutora do Agreste;
- Adutora de Pannels: captação na barragem do mesmo nome, para reforçar o abastecimento de cidades próximas localizadas no Agreste Central. Obra prevista para execução até 2018, com vazão de 100 l/s;
- Adutora interligando a barragem Siriji, na Mata Norte, ao Sistema Jucazinho. Obra a ser executada pelo Ministério da Integração, até 2018. Vazão prevista de 150 l/s; e
- Adutora da barragem de São Bento do Una: barragem e adutora com conclusão prevista para 2018. Vazão de 200 l/s.

Considerando o conjunto dos empreendimentos, a vazão a ser assegurada até 2018 para o Agreste será de 2.100 l/s, o que equivale à antecipação da segunda fase da Adutora do Agreste. Com a vazão de 2.000 l/s da primeira etapa desta adutora, captada no eixo leste, será viabilizado o atendimento das demandas do Agreste Pernambucano por considerável horizonte de tempo.

No que se refere às ações no Sertão do Estado, as mais importantes estão relacionadas ao Eixo Norte, conforme descrito a seguir:

- construção do Ramal Entremontes, a partir do Eixo Norte, antigo Eixo VI da Transposição do Rio São Francisco - projeto do Ministério da Integração Nacional -, e reforço da Adutora do Oeste;
- construção da Adutora de Chapéu - obra do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC/Seca), atualmente paralisada por falta de repasse de recursos;
- construção da Adutora de Negreiros, extensão que conectará a Adutora de Chapéu ao Eixo Norte e ambas ao Sistema Adutor do Oeste;
- construção de adutoras para atender às cidades mais próximas ao Eixo Norte, como Salgueiro, e ao Eixo Leste, como Custódia e Sertânia.

### 6.3. Dessalinização de água salobra e do mar

O governo de Pernambuco mantém permanentemente um conjunto de equipamentos de dessalinização. Na atualidade, são 260 equipamentos distribuídos pelo Semiárido e mais 60 outros em instalação.

O programa foi concebido principalmente para o atendimento da população rural difusa, em núcleos habitacionais que variam entre 250 pessoas, em pequenos agrupamentos rurais, a 7,5 mil pessoas, em distritos e povoados. Neste período de seca prolongada, foram instalados dessalinizadores também na periferia das cidades e até para atendimento hospitalar.

A maior concentração dos equipamentos ocorre no Agreste. A energia solar começa a ser utilizada para a operação de todo o processo.

Além disso, o território de Fernando de Noronha dispõe de equipamento para dessalinização de água do mar que supre cerca da metade do consumo, devendo ser ampliado para abastecer totalmente a demanda por água no território.

## 7. Conclusões

A heterogeneidade espacial, temporal e de intensidade das chuvas nas diferentes regiões fisiográficas do Estado, não raramente, impõe condições extremas de seca e enchentes simultaneamente, muitas vezes em uma mesma região. Tal situação de simultaneidade frequentemente passa despercebida, em razão do fato de, historicamente, não haver monitoramento sistemático da seca. A ocorrência de grandes enchentes nos meses de junho de 2010 e maio de 2011, em diversas bacias hidrográficas do Agreste e da Mata do Estado de Pernambuco, fez com que o processo de seca que se instalava no sertão ainda em 2010 fosse subestimado.

O forte impacto no setor agropecuário e nos serviços de abastecimento não se reflete nos números da economia global do Estado devido à preponderância dos setores industrial e de serviços. Contudo, a queda brutal ocorrida no valor adicionado do setor agropecuário revela o quão impactante foram os efeitos da seca sobre estas atividades econômicas, que ainda não voltaram aos níveis do período pré-seca. O impacto social da seca pode ser melhor avaliado pelo contingente de pessoas que essa atividade emprega no meio rural, correspondendo a um terço da população do Agreste.

A complexidade da seca e suas implicações socioeconômicas impõem a necessidade de ações preventivas e estruturantes que promovam a convivência com os efeitos desse fenômeno e minimizem a necessidade de ações de resposta ao desastre, muitas vezes limitadas pela situação econômica do País e do Estado.

Como ações estruturais para promover uma maior resiliência aos efeitos da seca, salientam-se os investimentos em infraestrutura hídrica e integração de mananciais, garantindo maior segurança hídrica aos centros urbanos, combinados com ações voltadas para a população difusa, pequenos agrupamentos rurais e povoados, por meio do uso de sistema de dessalinização.



## **SEÇÃO 4**

### **MEMÓRIA**

---

A seca atual no Semiárido nordestino – Impactos  
sobre os recursos hídricos



# A seca atual no Semiárido nordestino – Impactos sobre os recursos hídricos

Joaquim Gondim<sup>1</sup>, Ana Paula Fioreze<sup>2</sup>, Rodrigo Flecha Ferreira Alves<sup>3</sup> e Wesley Gabrieli de Souza<sup>4</sup>

## Resumo

O Semiárido Nordeste caracteriza-se pela ocorrência frequente de secas prolongadas, decorrentes da conjunção de fatores ligados à precipitação, à evaporação e aos solos. Desde 2010, diferentes áreas do Semiárido vêm sendo afetadas por uma das piores estiagens já registradas. O quadro de seca provoca a redução da disponibilidade hídrica e afeta a manutenção dos usos da água, em especial, o abastecimento público, a irrigação e a geração hidrelétrica. Os volumes dos reservatórios, essenciais para a segurança hídrica na região, vêm reduzindo significativamente, chegando ao colapso em muitos casos. A situação tem demandado intervenções drásticas para a manutenção dos usos essenciais. Medidas de gerenciamento da água ainda disponível (regulação do uso, mudança nas

## Abstract

*The semi-arid Northeast region of Brazil is characterized by the frequent occurrence of prolonged droughts, which are a direct result from a combination of factors related to rainfall, evaporation and soil. Since 2010, the region has been affected by one of the worst droughts ever recorded. The drought decreases water availability and affects the uses of water, especially public water supply, irrigation and hydropower. The water stored in the reservoirs – essential for the region's water security – has been reduced significantly, reaching the point of collapse in many cases. Drastic interventions have been required for the maintenance of essential uses. Management measures of the water still available*

1 Superintendente de Operação e Eventos Críticos da Agência Nacional de Águas (ANA).

2 Superintendente adjunta de Operações e Eventos Críticos da ANA.

3 Superintendente de Regulação da ANA.

4 Coordenador de Marcos Regulatórios e Alocação de Água da ANA.

regras de operação dos reservatórios, obras, fontes alternativas de abastecimento e ações emergenciais) têm se mostrado eficazes. Apesar desses esforços, usos essenciais chegaram a ser desatendidos temporariamente em alguns locais, levando ao endurecimento de medidas, com suspensão parcial ou total da irrigação. Uma rede robusta de sistemas de monitoramento e de instituições de gestão dos recursos hídricos permite acompanhar, planejar e atuar com maior eficiência para redução dos efeitos da seca sobre a população.

*(like use regulation, change in reservoirs' operation rules, emergency works and actions and alternative sources of water) have proven to be effective. However, despite these efforts, essential uses were interrupted temporarily in some places, leading to more strict measures, such as partial or total suspension of irrigation. A robust network of monitoring systems and water management institutions allows for the following, planning and taking action to reduce the effects of drought on people with greater efficiency.*

**Palavras-chave:** Monitoramento de secas. Gestão de recursos hídricos. Segurança hídrica.

**Keywords:** Drought monitoring. Water management. Water security.

## 1. O contexto da seca e os recursos hídricos na Região Semiárida do Nordeste

A ocorrência de secas periódicas de grande intensidade no Nordeste, com impactos relevantes sobre sua população e os meios de vida, vem sendo registrada desde o século 16 e debatida desde o século 19. A delimitação da Região Semiárida do Nordeste advém do entendimento pragmático da existência, nesta região geográfica brasileira, de uma área onde incidem secas prolongadas. Por sua vez, o conceito de seca “vai desde a falta de precipitação, deficiência de umidade no solo agrícola, quebra de produção agropecuária, até impactos sociais e econômicos negativos em geral, ou seja, identificação de áreas secas em função de causas e efeitos, com diversos níveis de abrangência” (VIEIRA; GONDIM FILHO, 2006).

A observação de índices pluviométricos anuais reduzidos (inferiores a 800 milímetros), a vegetação de caatinga, o embasamento cristalino e os solos geralmente rasos complementam a caracterização do Semiárido. A referida região caracteriza-se, ainda, por apresentar temperaturas elevadas durante todo ano, baixas amplitudes térmicas (entre 2°C e 3°C), forte insolação e altas taxas de evapotranspiração. Os elevados índices de evapotranspiração superam, em geral, os totais pluviométricos irregulares, configurando taxas negativas no balanço hídrico.

Os baixos índices de precipitação e a irregularidade espaciotemporal de seu regime no Semiárido brasileiro, aliados ao contexto hidrogeológico local, contribuem para os reduzidos valores de escoamento superficial e disponibilidade hídrica observados na região, além da ocorrência de rios intermitentes.

Originalmente, a Região Semiárida adotada pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene) seria aquela formada pelo conjunto de lugares contíguos, caracterizados pelo balanço hídrico negativo, resultante de precipitações médias anuais iguais ou inferiores a 800 milímetros.

Atualmente, três critérios técnicos passaram a reger a inclusão de municípios nessa região, a saber:

- i. Precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros;
- ii. Índice de Aridez de até 0,5 calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial, no período 1961–1990; e
- iii. Risco de seca maior que 60%, tomando-se por base o período 1970-1990.

A definição dos contornos da Região Semiárida preserva, independentemente do critério apresentado, a contiguidade em sua delimitação, não havendo, portanto, disjunções espaciais de municípios contemplados ou áreas de exceção no seu interior. Além disso, os municípios foram considerados como unidades integrais e indivisíveis para fins das políticas voltadas para a área como um todo, ou seja, ficou inteiramente afastada a hipótese de um município ser parcialmente contemplado na Região Semiárida, de modo que ou o município está inteiramente dentro ou totalmente fora dela.

Tais características permitem a delimitação do Semiárido nordestino conforme ilustrado na Figura 1.

A região do Semiárido brasileiro ocupa uma área de 981 mil km<sup>2</sup>, constituída de 1.135 municípios, e abriga quase 24 milhões de habitantes, ou seja, quase 12% da população do País. Cabe destacar que cerca de 10 milhões pertencem à zona rural. No entanto, tem sido observada a presença de centros urbanos de considerável expressão regional e mesmo nacional, a exemplo de Campina Grande, na Paraíba; Juazeiro do Norte, no Ceará; Caruaru e Petrolina, em Pernambuco; Mossoró, no Rio Grande do Norte; além de Feira de Santana

e Vitória da Conquista, na Bahia, todos com população acima de 250 mil habitantes. Por outro lado, mesmo considerando essas cidades, a região ainda é marcada por centros de pequeno porte e grau de urbanização inferior às demais regiões do País – ainda que se observe população majoritariamente urbana (MEDEIROS *et al.*, 2016).

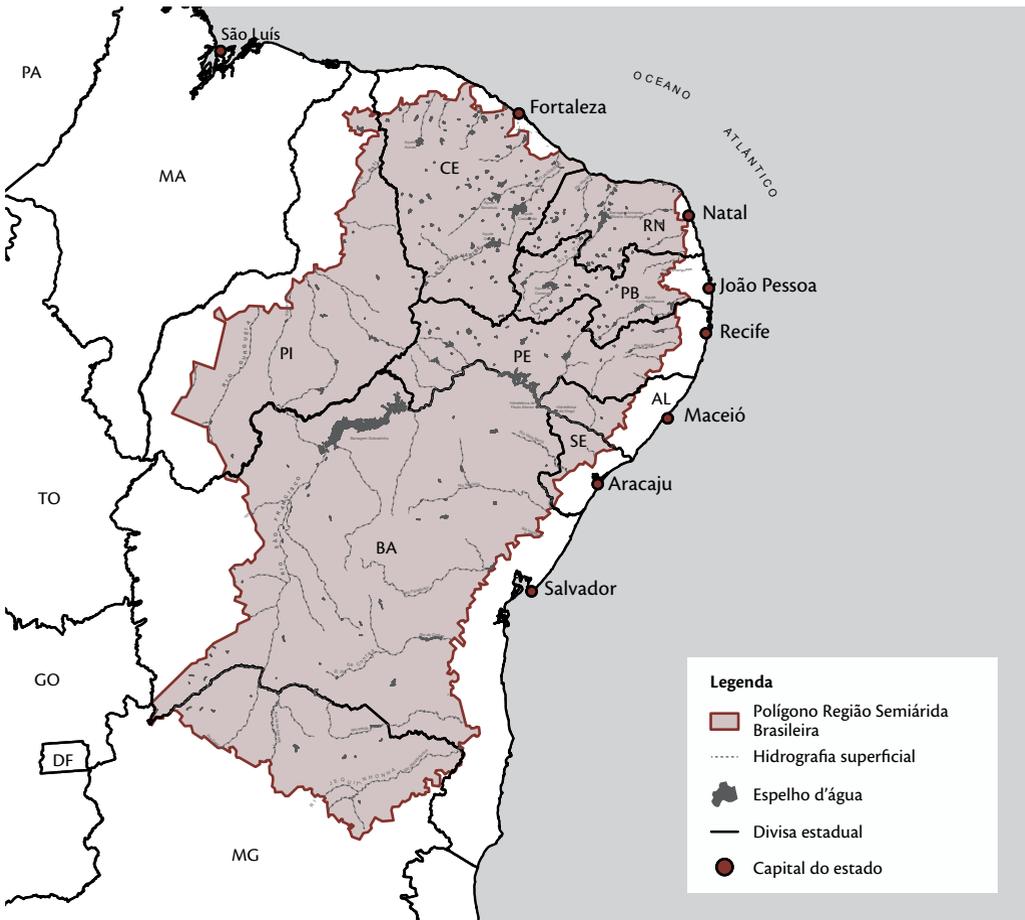


Figura 1. Delimitação do Semiárido nordestino

Fonte: ANA.

## 2. Caracterização da seca atual

Desde 2010, diferentes áreas do Semiárido nordestino vêm sendo afetadas por uma estiagem que acabou por se caracterizar como uma das piores já registradas. A Figura 2 demonstra as anomalias de precipitação em relação à normal climatológica de referência (1981 a 2010), iniciando na área mais a oeste da região e estendendo-se para praticamente toda a área com o passar dos anos.

Essa estiagem permanece em 2017 e não há indicativo de alteração da situação no curto prazo. O quadro de seca provoca a redução da disponibilidade hídrica e afeta a manutenção dos usos da água, em especial, para o abastecimento público, a irrigação e a geração hidrelétrica.

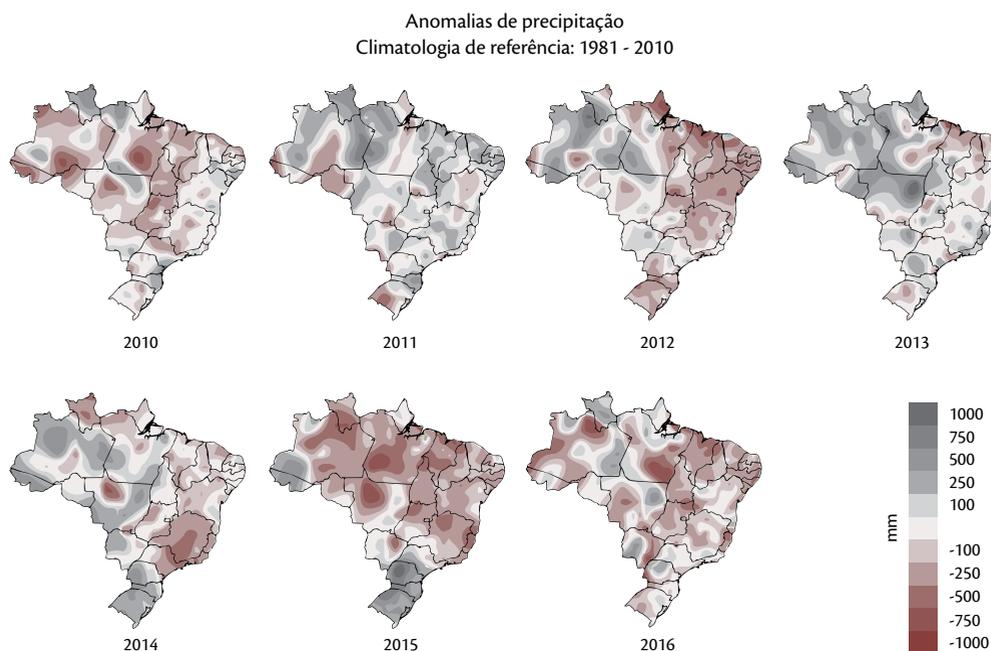


Figura 2. Anomalias de precipitação de 2010 a 2016

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet).

### 3. Os efeitos da seca atual sobre os reservatórios do Semiárido

Uma prática corrente para garantir a oferta de água na região é a construção de reservatórios ou açudes (como são denominados no Nordeste do Brasil), que possuem relevante papel na gestão de recursos hídricos em função da capacidade de estocar e atender aos diversos usos da água. Além de armazenar água nos períodos úmidos, possibilitam liberar parte do volume armazenado nos períodos de estiagem, contribuindo, desse modo, para a garantia da oferta de água destinada a usos múltiplos (abastecimento humano, dessedentação animal, irrigação e indústria, entre outros).

O acompanhamento da situação dos reservatórios do Nordeste é realizado pela Agência Nacional de Águas (ANA), em articulação com os órgãos estaduais e as instituições responsáveis por sua operação. Esse acompanhamento abrange os volumes armazenados de um total de 533 reservatórios localizados nos nove Estados da região Nordeste, dentre os quais, 280 com capacidade igual ou superior a 10 hectômetros cúbicos ( $\text{hm}^3$ ).

Os dados são coletados junto ao Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (Dnocs); à Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf); à Companhia de Engenharia Ambiental e Recursos Hídricos da Bahia (Cerb); ao Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado da Bahia (Inema); à Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará (Cogerh); à Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Piauí (Semar-PI); à Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Norte (Sermarh-RN); à Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (Aesa); à Agência Pernambucana de Água e Clima (Apac); à Companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa); e de leituras feitas em réguas limnimétricas da ANA instaladas nos reservatórios.

Para o acompanhamento e a avaliação da situação do conjunto de reservatórios, é utilizado o conceito de Reservatório Equivalente, que é definido como sendo o volume total armazenado nesses espaços, numa dada época, dividido por sua capacidade total de armazenamento, expresso em porcentagem. Para o cálculo, são considerados apenas os reservatórios com capacidade igual ou superior a 10  $\text{hm}^3$ . O Reservatório Equivalente é calculado para cada um dos Estados e para a Região Nordeste como um todo.

O Gráfico 1 mostra a evolução do volume dos principais reservatórios com capacidade superior a 10  $\text{hm}^3$ , por Estado e para o Nordeste, no mês de maio, para o período de 2012 a 2017. Assim, em maio de 2012, o percentual de armazenamento no Reservatório Equivalente da região Nordeste era de 61,7%. Em maio de 2013, esse percentual caiu para 41,3% e vem diminuindo ano após ano,

registrando 35,7% em 2014; 25,7% em 2015; 22,7% em 2016; chegando a 18,26% em maio de 2017. Essa dinâmica de redução acentuada no volume de água armazenado nos reservatórios entre 2012 e 2017 é verificada, principalmente, nos Estados do Ceará, da Paraíba, de Pernambuco e do Rio Grande do Norte.

O Estado do Ceará sofreu, no período de 2012 a 2017, uma drástica redução no volume de água armazenado em seus reservatórios. Em maio de 2012, o percentual de armazenamento no Reservatório Equivalente dessa unidade da Federação era de 48,9%. Em maio de 2013, esse percentual caiu para 29,0% e também foi reduzindo ano após ano, chegando a 24,1% em 2014; 20,5% em 2015; 13,0% em 2016; e 12,15% em 2017. O volume acumulado atual conta com a contribuição de chuvas recentes, que permitiram uma pequena recuperação em relação aos 6,1% registrados no início de fevereiro de 2017.

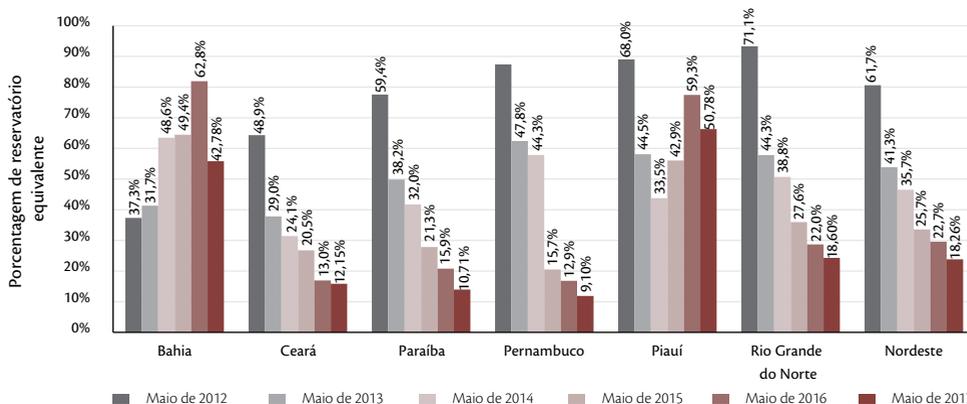
No Estado da Paraíba, o percentual de armazenamento no Reservatório Equivalente, em maio de 2012, era de 59,4%. Em maio de 2013, esse percentual caiu para 38,2% e foi reduzindo ano após ano, atingindo 32,0% em 2014; 21,3% em 2015; 15,9% em 2016; e apenas 10,7% em maio de 2017.

No Estado de Pernambuco, a evolução do armazenamento no Reservatório Equivalente teve um comportamento semelhante, de redução acentuada no volume de água armazenado. Em maio de 2012, o percentual de armazenamento no Reservatório Equivalente pernambucano era de 68,0%, reduzindo para 47,8% no mesmo mês de 2013 e 44,3% em 2014. No ano seguinte observou-se nova queda acentuada da acumulação, atingindo 15,7% em maio de 2015; 12,9% em 2016; e apenas 9,1% em maio de 2017.

Em relação ao Estado do Rio Grande do Norte, verificava-se, em maio de 2012, o percentual de armazenamento no Reservatório Equivalente de 71,1%. Em maio de 2013, esse percentual caiu para 44,3% e foi reduzindo ano após ano, chegando a 38,8% em 2014; a 27,6% em 2015; a 22,0% em 2016; e a 18,6% em maio de 2017.

O Estado da Bahia, por ter parte de seu território sob influência do regime da Região Sudeste, apresentou um quadro um pouco distinto. Houve uma redução no volume de água armazenado em seus reservatórios de maio de 2012 a maio de 2013, passando de 37,3% para 31,7%. A partir de 2013, entretanto, observou-se uma evolução crescente no volume dos reservatórios até o ano de 2016. Assim, em maio de 2014, o percentual de armazenamento no Reservatório Equivalente do Estado da Bahia era de 48,6%, subindo para 49,4% em 2015 e alcançando 62,8% em 2016. Em maio de 2017, contudo, o percentual caiu para 42,7%.

O Estado do Piauí apresentou uma redução acentuada no volume de água armazenado em seus reservatórios no início do período. Em maio de 2012, seu percentual de armazenamento no Reservatório Equivalente era de 68,0%. Em maio de 2013, esse percentual caiu para 44,5% e chegou a 33,5% em 2014. Em 2015 e 2016, houve uma recuperação, com 42,9% em maio do primeiro ano e 59,3% no mesmo mês do segundo ano. Em maio de 2017, entretanto, o percentual de armazenamento no Reservatório Equivalente dessa unidade da Federação voltou a cair para 50,7%.



\* Considerando reservatórios com capacidade acima de 10hm<sup>3</sup>

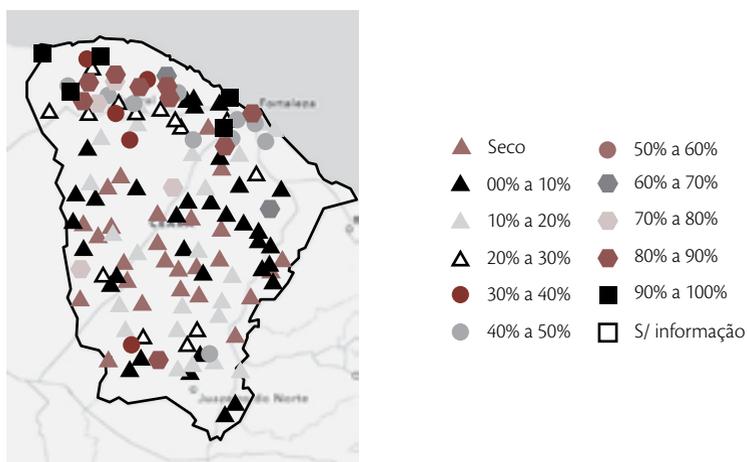
\*\* A partir de fevereiro de 2014 considera-se novo volume para os reservatórios Curema e Mãe D'Água na Paraíba devido a batimetria realizada pela ANA

**Gráfico 1.** Evolução do volume do Reservatório Equivalente dos açudes do Nordeste, por Estado e para a Região (2012 a 2017)

Fonte: ANA.

Adicionalmente, é importante notar a concentração do armazenamento em poucos reservatórios. Dos 533 reservatórios acompanhados nos Estados de Alagoas, do Maranhão, Ceará, Rio Grande do Norte, da Paraíba, Bahia, de Sergipe, Pernambuco e do Piauí, observa-se, em maio de 2017, que 312 encontram-se com volume abaixo de 30% e somente 19 encontram-se com volume acima de 90%.

Por exemplo, ao analisar os reservatórios distribuídos no território cearense, considerando os dados de maio de 2017, do volume total armazenado (2.249,45 hm<sup>3</sup>), 27,4% (615,36 hm<sup>3</sup>) encontravam-se acumulados nos reservatórios de Castanhão, com 407,17 hm<sup>3</sup> (6,1% de sua capacidade); e do Orós com 208,19 hm<sup>3</sup> (10,7% de sua capacidade). O restante do volume encontrava-se distribuído em outros 110 dos 141 reservatórios do Estado, uma vez que os 29 reservatórios restantes estavam esgotados (Figura 3).



**Figura 3.** Classificação por percentual de volume armazenado dos reservatórios do Estado do Ceará

Fonte: Sistema de Acompanhamento de Reservatórios (SAR)<sup>5</sup>.

## 4. Os efeitos da seca atual sobre os principais usos dos recursos hídricos

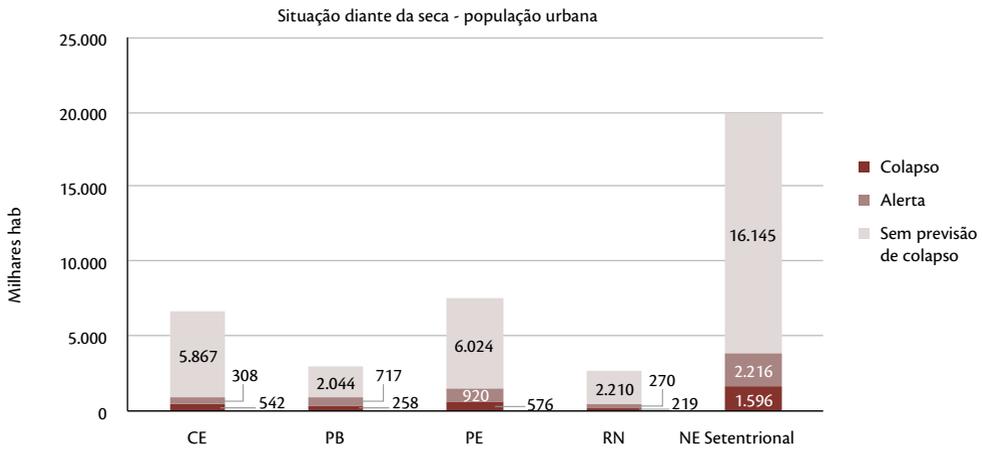
Os reservatórios do Semiárido configuram, habitualmente, as principais fontes de água na região e atendem a diferentes usos da água. A situação de seca que atravessa o Semiárido apresenta consequências negativas severas para a disponibilidade e a segurança hídrica, com efeitos sobre os principais usos, como o abastecimento público, a irrigação, as indústrias e a geração de energia elétrica. A redução dos estoques acumulados afeta retiradas diretas nos reservatórios e reduz a liberação de vazões a jusante, comprometendo retiradas efetuadas nos leitos regularizados (perenizados).

### 4.1. Abastecimento público:

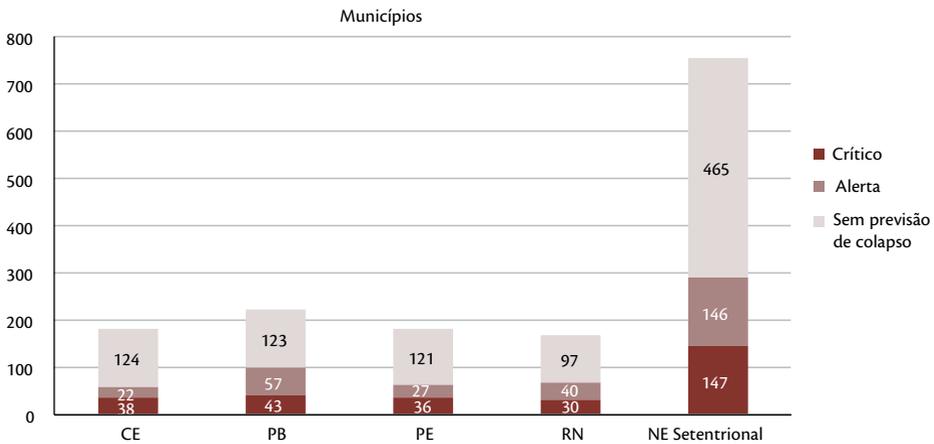
Avaliação realizada pela ANA no final de 2016 constatou que sistemas de abastecimento de 79 cidades da região haviam entrado em colapso, afetando cerca de 512 mil habitantes. O colapso

<sup>5</sup> O Sistema de Acompanhamento de Reservatórios (SAR) reúne os dados e as informações dos reservatórios e permite consultas diversas, espacialização da informação e análises da sua operação.

é definido quando ocorre o esgotamento dos mananciais superficiais normalmente utilizados ou, ainda, quando o sistema de abastecimento se encontra em regime de racionamento ou rodízio, com frequência superior a 4 dias por semana (abastecimento interrompido por 4 dias por semana ou mais).



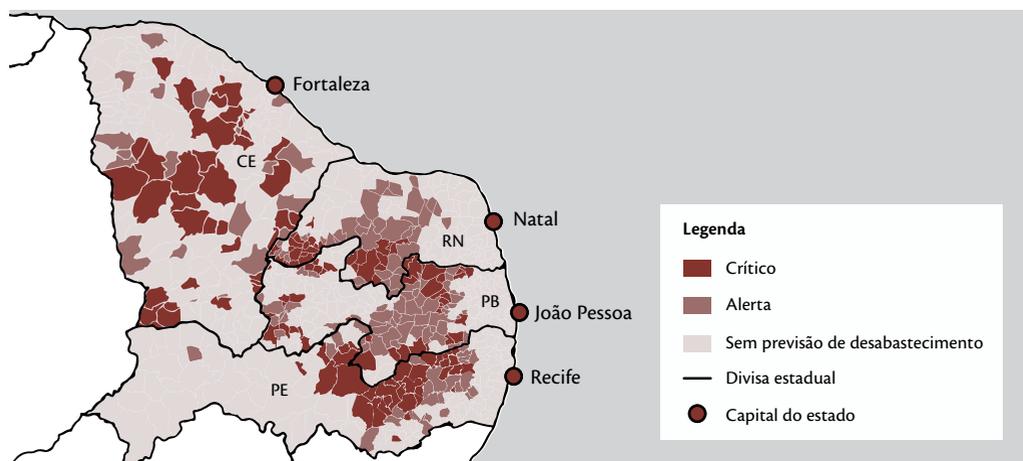
**Gráfico 2.** Situação dos sistemas de abastecimento das cidades do Nordeste, por população urbana, no final de 2016



**Gráfico 3.** Situação dos sistemas de abastecimento das cidades do Nordeste, por Estado e por municípios, no final de 2016

Outras cerca de 220 cidades encontravam-se em situação crítica, com risco de colapso em 2017, somando 3,25 milhões de pessoas ao universo de habitantes afetados. Os gráficos 2 e 3 retratam,

respectivamente, a situação do abastecimento dos municípios e para a população urbana, por Estado afetado. A Figura 4 mostra a distribuição dos municípios em situação crítica e de alerta e sem previsão de desabastecimento.



**Figura 4.** Classificação dos municípios por situação dos sistemas de abastecimento

Grandes cidades da região já enfrentam ou encontram-se sob risco de desabastecimento em razão da redução significativa dos volumes acumulados em grandes reservatórios. Além dos impactos sobre a disponibilidade de água, a depleção dos reservatórios implica em problemas na qualidade da água, como pela ocorrência de floração de cianobactérias devido à concentração de nutrientes.

Tal realidade demanda a adoção de múltiplas medidas para racionalizar e permitir o uso dos volumes, ainda disponíveis, com qualidade minimamente adequada ao consumo humano. Entre as medidas possíveis já adotadas ou em implementação estão as seguintes:

- substituição de captações de água localizadas em leitos de rios perenizados por captações de água nos reservatórios e transporte por sistemas adutores;
- construção de poços, seguidos ou não por dessalinizadores, e rede de adutoras, convencionais e de montagem rápida, para suprimento das cidades a partir de outros mananciais, de forma a conferir resiliência e flexibilidade aos sistemas de abastecimento público;
- implantação de estações móveis de tratamento de água;
- adaptação dos sistemas de tratamento de água existentes para remoção de poluentes específicos, tais como cianotoxinas;

- implantação de programa de redução de perdas no sistema de distribuição;
- aumento e manutenção preventiva e corretiva do parque de hidrômetros;
- realização de campanhas educativas;
- implantação de programa que vise à substituição dos equipamentos hidráulicos residenciais por equipamentos poupadores de água;
- reúso de água;
- racionamento; e
- operação do Programa de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF).

## 4.2. Irrigação:

O baixo nível dos reservatórios afeta as captações para irrigação, que precisam ser reduzidas, adaptadas ou mesmo interrompidas. Tais medidas são necessárias para a manutenção dos usos mais prioritários, mas impactam a atividade e a economia local.

Por exemplo, as captações na calha ou nos reservatórios do rio São Francisco, para grandes perímetros públicos de irrigação, precisaram ser adaptadas aos novos níveis decorrentes da redução dos volumes acumulados e das vazões de escoamento, como a captação do Perímetro Irrigado Nilo Coelho, em Petrolina (PE). Captações flutuantes têm sido capazes de manter as retiradas e deverão sofrer novos deslocamentos, para níveis ainda mais baixos, no futuro. Além disso, não está descartada, em razão do agravamento da seca, a necessidade de redução dos volumes retirados para garantir o abastecimento humano. Vale ressaltar que parte das retiradas para perímetros públicos de irrigação tem por objetivo atender aos núcleos populacionais correspondentes.

O agravamento da seca levou à necessidade de adoção de regras de restrição de uso para irrigação em diversos sistemas hídricos do Semiárido, que variaram desde a captação de água em dias alternados, passando por limitação de áreas irrigadas e tipos de cultura, culminando, em alguns casos, na interrupção total da irrigação, a exemplo dos seguintes sistemas hídricos: açude Epitácio Pessoa, em Boqueirão (PB); rios Piancó e Piranhas, no trecho compreendido entre os reservatórios Curema e Mãe D'Água, em Coremas (PB); e o reservatório Armando Ribeiro Gonçalves, em Jucurutu (RN).

## 5. Alocações de água e marcos regulatórios em sistemas hídricos

A regulação dos usos da água baseada apenas na outorga é insuficiente para reduzir os impactos que esses sofrem em situações de escassez, notadamente na ocorrência de períodos de seca. Nesse sentido, a partir da experiência da Companhia de Gestão de Recursos Hídricos (Cogerh) do Estado do Ceará, a ANA desenvolveu uma metodologia para alocação de água em sistemas hídricos, composta pelas seguintes etapas: definição do problema; estudos hidrológicos e de demanda; proposição de estados hidrológicos e de regras de uso para o período da alocação; processo participativo de tomada de decisão; formalização dos atos regulatórios; e implementação de programa para operação, monitoramento e manutenção dos sistemas (OMM), buscando efetivar as alocações de água (GONTIJO Jr. *et al.*, 2016).

Com base na metodologia desenvolvida, em 2016, foram conduzidos processos de alocação de água em 34 sistemas hídricos do Semiárido, conforme Figura 5.

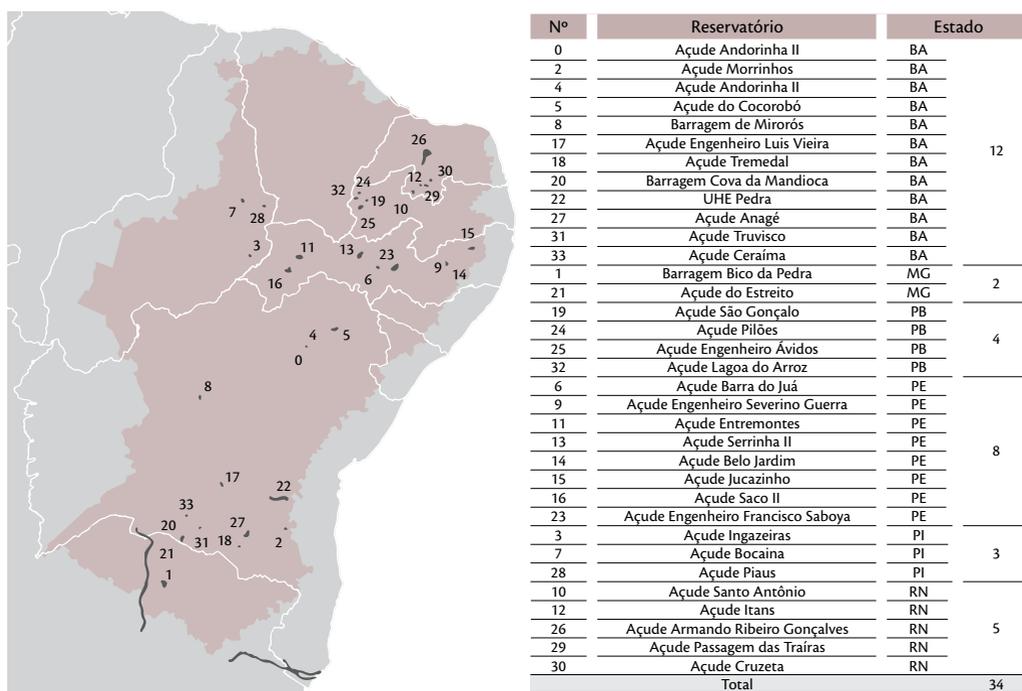
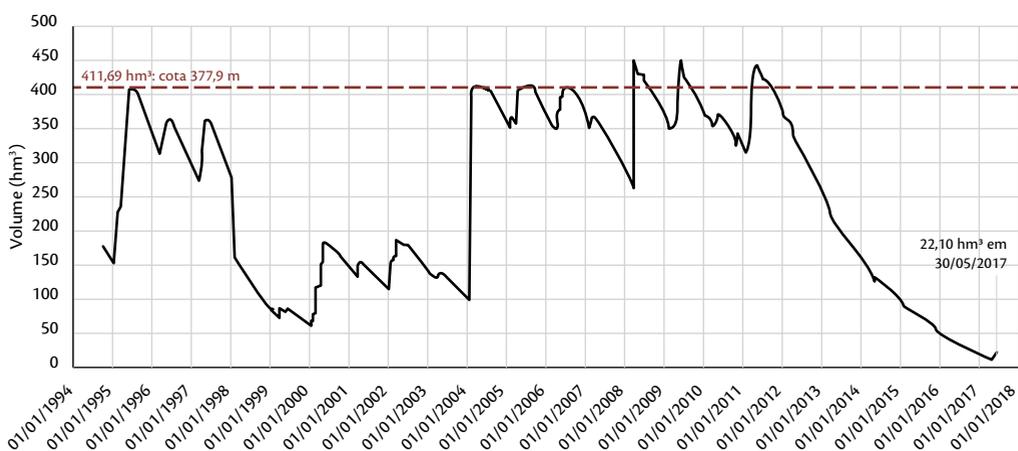


Figura 5. Alocações de água conduzidas pela ANA em 2016

Na sequência, a partir da experiência adquirida ao longo dos processos de alocação de água, foram estabelecidos: os marcos regulatórios para subsidiar a definição do calendário de planejamento dos usos da água nas estiagens; as metas para a reserva acumulada nos reservatórios; e, conseqüentemente, as alocações de água. Os marcos regulatórios podem ser definidos como o conjunto de regras para o uso dos recursos hídricos, definido pelas autoridades outorgantes, com a participação dos diretamente interessados nesses usos e do comitê da bacia, constituindo-se marco referencial para a regulação dos usos em determinado sistema hídrico.

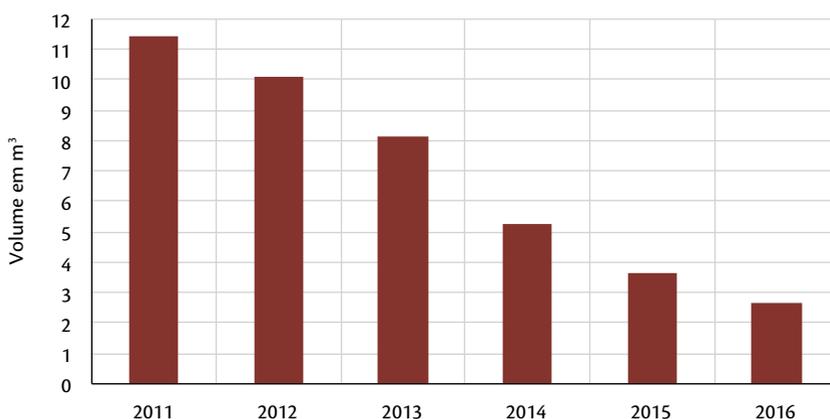
Merece destaque a gestão da crise realizada pela ANA e a Aesa no açude Epitácio Pessoa, em Boqueirão (PB). Esse açude, responsável pelo abastecimento de Campina Grande e região (520 mil habitantes), apresentou os menores volumes acumulados em todo o histórico, chegando a aproximadamente 12 hm<sup>3</sup> (2,9%) em 18 de abril de 2017 e, desde então, vem aumentando progressivamente em razão da pré- operação do PISF, conforme ilustra o Gráfico 4.



**Gráfico 4.** Evolução, de 1994 a 2007, do volume acumulado no reservatório Epitácio Pessoa, Paraíba

Desde o primeiro semestre de 2013, diversas medidas para a redução das vazões captadas no açude Boqueirão foram implementadas, a exemplo do estabelecimento de regras de restrição de uso para irrigação, culminando na interrupção total da irrigação em julho de 2014, além de ações do prestador do serviço de saneamento com vistas ao uso racional da água e de racionamento nas áreas urbanas. O Gráfico 5 evidencia o impacto das medidas adotadas na redução do volume médio mensal consumido. Desde outubro de 2015, a vazão distribuída para as áreas urbanas da região de Campina Grande (PB) foi limitada a 0,65 metros cúbicos por segundo (m<sup>3</sup>/s), que corresponde a aproximadamente 50% da vazão normalmente necessária.

Tais medidas, associadas a campanhas de fiscalização, atualização da batimetria do reservatório, análises frequentes de qualidade de água e articulação com os usuários, o Estado da Paraíba e o Ministério Público, dentre outros atores, propiciaram a continuidade da operação do sistema público de abastecimento de água até o início da pré-operação do Eixo Leste do PISF.



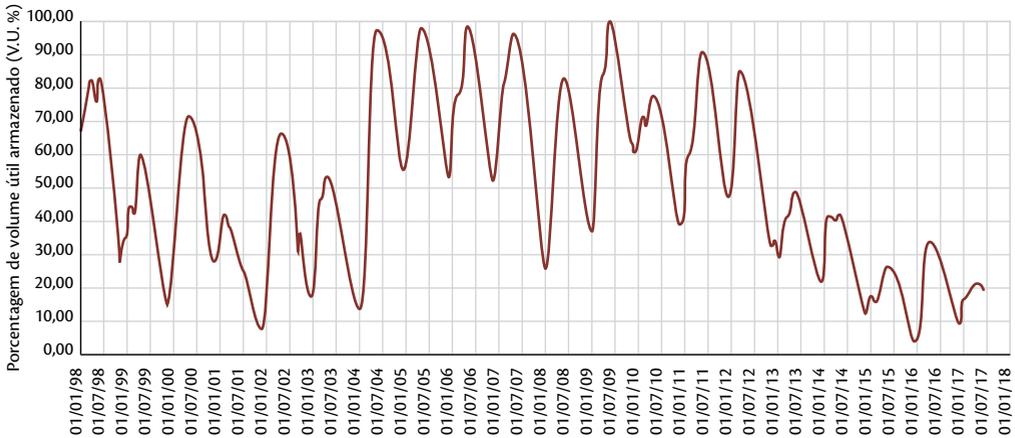
**Gráfico 5.** Volume médio mensal consumido no açude Boqueirão (os dados incluem evaporação e usos consuntivos)

## 6. Situação hidrológica na bacia do Rio São Francisco

O São Francisco é o terceiro maior rio do Brasil, com nascentes na Serra da Canastra, em Minas Gerais, e percurso de 2.863 km até a sua foz no Oceano Atlântico, na divisa de Alagoas e Sergipe. Sua bacia hidrográfica ocupa 8% do território nacional (639.219 km<sup>2</sup>), estendendo-se pelos Estados de Alagoas, da Bahia, de Goiás, Minas Gerais, Pernambuco e Sergipe, além do Distrito Federal, englobando 505 municípios (CBHSF, 2016).

Cerca de 54% do território da bacia se localiza no Semiárido brasileiro, com registros de períodos críticos de estiagem, como o que está em curso atualmente. Desde 2012, a bacia do rio São Francisco vem apresentando, ano após ano, valores de precipitação abaixo da média histórica, o que resultou em uma redução significativa nas vazões afluentes aos reservatórios das hidrelétricas da bacia do rio, levando-os aos níveis de armazenamento mais baixos já registrados e colocando em risco a continuidade do atendimento aos usos múltiplos da água. O Reservatório Equivalente do rio São Francisco - formado pelas acumulações em Três Marias (MG), Sobradinho (BA) e

Itaparica (entre Bahia e Pernambuco) - vem registrando níveis de armazenamento decrescentes, chegando a menos de 5% de seu volume útil no final do período seco de 2015 (Gráfico 6).



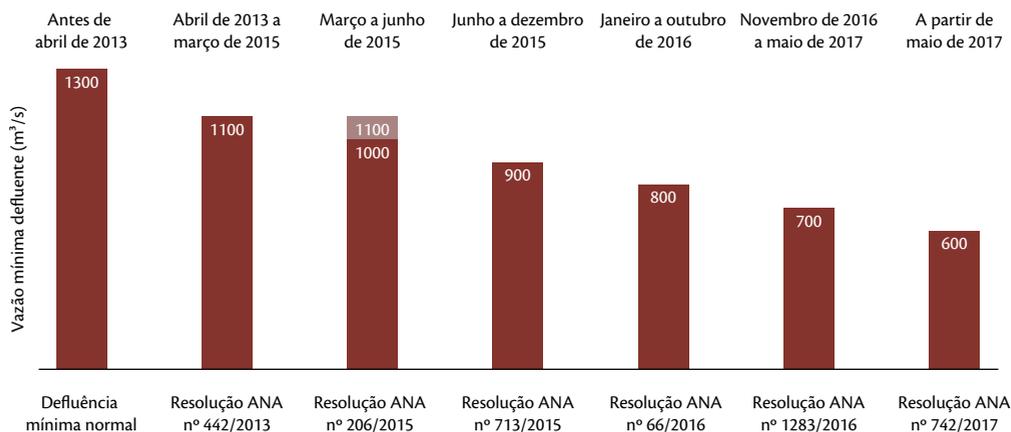
**Gráfico 6.** Volume acumulado, desde 1998, no Reservatório Equivalente do rio São Francisco (Três Marias, Sobradinho e Itaparica) em relação ao volume útil total

A necessidade de preservar o estoque de água disponível nos reservatórios da bacia, face à sua importância para diferentes usos, em particular o abastecimento de várias cidades, tem levado a ações de redução das vazões mínimas liberadas pelos reservatórios de Sobradinho e Xingó - este último, entre Alagoas e Sergipe. Essas reduções de vazão são solicitadas pelo setor elétrico ou conjuntamente pela ANA e pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (NOS), de acordo com a finalidade. São autorizadas por meio de resoluções específicas da ANA e de autorizações especiais emitidas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama).

As Resoluções da ANA que autorizaram as reduções de descarga de Sobradinho e Xingó são precedidas por estudos técnicos, simulações, testes e comunicados, realizados com a finalidade de minimizar a ocorrência de problemas críticos para os usuários, provocados pela prática de vazões reduzidas. O acompanhamento da situação e de seus impactos acontece em reuniões periódicas, organizadas pela ANA, com a presença dos principais atores envolvidos.

O Gráfico 7 representa as Resoluções da ANA que resultaram na mudança de patamar das vazões mínimas liberadas dos reservatórios de Sobradinho e Xingó. Outras resoluções foram elaboradas no sentido de manter as reduções por períodos superiores aos previamente estabelecidos. Em maio de 2017, encontrava-se em vigor a Resolução ANA nº 742/2017, que autorizou a redução da

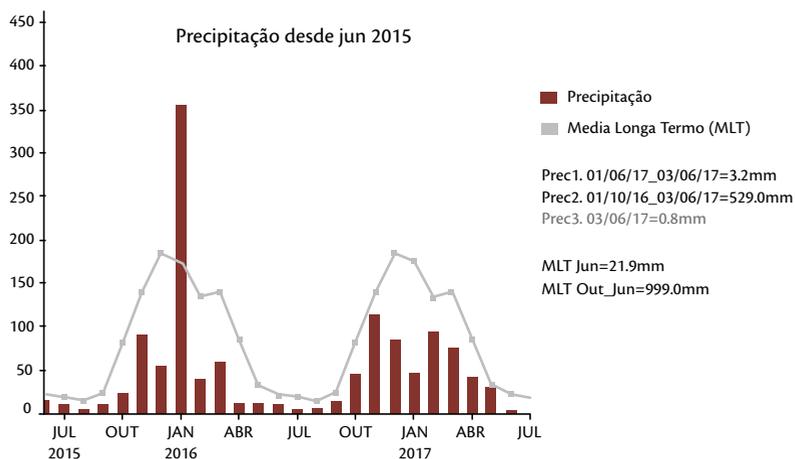
descarga mínima dos reservatórios de Sobradinho e Xingó para uma média diária de 600 m<sup>3</sup>/s. Por sua vez, o Ibama expediu as autorizações necessárias à Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (Chesf).



**Gráfico 7.** Reduções, autorizadas por Resoluções da ANA, da vazão defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó

Caso as medidas de redução das vazões mínimas não tivessem sido implementadas, o reservatório de Sobradinho teria esgotado seu volume útil em novembro de 2014, o que obrigaria a operação sob severa restrição de liberação de água, comprometendo o atendimento dos usos e usuários que captam no seu lago e no trecho de Sobradinho à foz do rio São Francisco. Mesmo com a adoção dessas medidas, em dezembro de 2015, o armazenamento do Reservatório Equivalente da bacia chegou a pouco menos de 4%, sendo que Sobradinho atingiu cerca de 1% do seu volume útil.

As precipitações mensais acumuladas vêm se apresentando consideravelmente abaixo da média de longo termo, desde o início do atual período hidrológico da bacia do rio São Francisco, em outubro de 2016. A precipitação média observada entre 1º de outubro de 2016 e 3 de junho de 2017 foi de 529 mm, 53% da média esperada para esse período (Gráfico 8).



**Gráfico 8.** Precipitação acumulada mensal desde junho de 2015 – bacia do rio São Francisco (Fonte: CPTEC/INPE)

A vazão natural afluente ao reservatório de Três Marias no último período úmido, de dezembro de 2016 a abril de 2017, se apresentou como a segunda pior desde 1931. Para o mesmo período, a vazão natural incremental, no trecho de Três Marias a Sobradinho, e a total, em Sobradinho, configuram-se como as menores vazões naturais de todo o histórico (Tabela 1). Nos últimos três anos, ocorreram as menores vazões naturais médias anuais ao reservatório de Sobradinho, o que vem se repetindo em 2017.

A ocorrência de um período úmido com vazões significativamente abaixo da média histórica, que acontece na sequência de vários anos de baixa precipitação, resultou em volumes bastante baixos observados nos principais reservatórios do rio São Francisco. A Tabela 2 traz as informações de capacidade e situação atual das acumulações.

No reservatório de Três Marias, registrou-se, em 12 de novembro de 2014, 2,57% de seu volume útil, o menor volume desde o início da operação. Diferentemente de Sobradinho, Três Marias não possui descarga de fundo, não sendo possível, portanto, a utilização, por gravidade, do volume de água armazenado abaixo de seu nível mínimo operacional.

Em função disso, com vistas a preservar o volume armazenado em Três Marias, a Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig), agente responsável pela operação desse aproveitamento, promoveu diversas flexibilizações da vazão mínima defluente do reservatório, que chegaram a

ser de 80 m<sup>3</sup>/s em fevereiro de 2015. Em 5 de junho de 2017, Três Marias operava com defluências de cerca de 272 m<sup>3</sup>/s e armazenava 29,91% de seu volume útil.

**Tabela 1.** Comparação das afluências naturais médias mensais estimadas com as afluências naturais médias históricas para os períodos.

Trecho	DEZ			JAN			FEV			MAR			ABR			DEZ- ABR
	2014	2015	2016	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2017
Três Marias	46%	33%	61%	11%	75%	25%	42%	48%	28%	73%	45%	22%	60%	43%	22%	32%
	8º pior	5º pior	19º pior	Pior	30º pior	4º pior	11º pior	18º pior	4º pior	32º pior	8º pior	2º pior	18º pior	5º pior	2º pior	2º pior
Incr. Sobrad	70%	29%	57%	28%	45%	23%	33%	94%	33%	37%	31%	22%	52%	19%	26%	31%
	22º pior	Pior	14º pior	2º pior	7º pior	Pior	3º pior	43º pior	4º pior	6º pior	2º pior	Pior	14º pior	Pior	2º pior	Pior
Sobradinho	66%	32%	59%	24%	40%	28%	32%	93%	33%	41%	34%	22%	59%	24%	25%	32%
	20º pior	Pior	15º pior	Pior	5º pior	2º pior	3º pior	39º pior	4º pior	7º pior	3º pior	Pior	18º pior	Pior	2º pior	Pior

(Fonte: ONS)

Na mesma data, o reservatório de Sobradinho registrava armazenamento de apenas 12,92% de seu volume útil, o que corresponde ao menor valor registrado para esta data desde a sua construção. Para se ter uma ideia da criticidade da situação atual, o menor nível registrado em Sobradinho, para a mesma data (5 de junho), tinha sido de 21% em 2015. Vale lembrar que, no final do período seco daquele ano, quando os volumes acumulados são mais baixos, o reservatório alcançou a marca de 1% de seu volume útil.

O reservatório de Itaparica, por sua vez, registrou 19,02% do volume útil acumulado em 5 de junho de 2017. Para assegurar o atendimento dos usos múltiplos no lago do reservatório e garantir uma reserva de volume que possa ser utilizada para mitigar eventuais impactos decorrentes das vazões reduzidas no Baixo São Francisco, definiu-se que seria mantido um armazenamento estável de pelo menos 15% do seu volume útil, até o fim de setembro de 2017.

**Tabela 2.** Situação do Reservatório Equivalente do rio São Francisco (Três Marias, Sobradinho e Itaparica), em 5 de junho de 2017.

Reservatórios	Características			Situação em 05/06/2017			
	Volume máximo (hm <sup>3</sup> )	Volume mínimo (hm <sup>3</sup> )	Volume útil (hm <sup>3</sup> )	Cota (m)	Volume acumulado (hm <sup>3</sup> )	Volume útil acumulado (hm <sup>3</sup> )	% Volume útil
Três Marias	19.528	4.250	15.278	559,20	8819	4569	29,91%
Sobradinho	34.117	5.448	28.669	383,41	9151	3703	12,92%
Itaparica	10.782	7.233	3.549	300,09	7908	675	19,02%
Reservatório Equivalente	64.427,0	16.931	47.496		25.878	8.947	18,84%

Estudos recentes mostram que, para evitar que o reservatório de Sobradinho opere abaixo de seu volume útil até o final de novembro, seria necessário que se praticasse, a partir de junho, uma defluência média em torno de 560 m<sup>3</sup>/s. Tal medida não pode ser descartada, mas é importante notar que impactaria os usos múltiplos da água ao longo do rio e de seus reservatórios. Como exemplos, as retiradas para sistemas de abastecimento público e de irrigação precisariam ser adequadas aos novos níveis do rio e das acumulações e alguns trechos perderiam as condições para navegação ou demandariam intervenções específicas. Questões de qualidade da água vêm sendo observadas próximo à foz, devido ao avanço da maré provocada pela redução das vazões de saída do rio, o que pode ser acentuado com o agravamento das condições hidrometeorológicas da bacia.

Até o momento, a produção de energia elétrica e a navegação foram os usos mais afetados pela seca prolongada – o primeiro, em função da necessidade de redução da geração para manutenção dos estoques reservados, e o segundo, como efeito da redução do nível do rio principal. As captações para outros usos – abastecimento público e irrigação, principalmente – vêm sendo preservadas mediante as adequações devidas, o que gera um custo adicional suportado pelos usuários. Medidas adicionais de restrição de usos vêm sendo estudadas para implementação no curto prazo, uma vez que não se observa melhoria nas condições hidrológicas da bacia.

Ações articuladas entre os diferentes setores e níveis de governo são essenciais para a manutenção dos usos múltiplos e dos meios de vida na região, pelo maior tempo e com a melhor qualidade possíveis. A redução das vazões mínimas defluentes dos reservatórios e seu acompanhamento constituem bons exemplos desse tipo de atuação: desde o início da prática, em 2013, a ANA vem

realizando reuniões periódicas com os diferentes atores envolvidos – usuários, representantes dos Estados, de comitê, da defesa civil, do setor elétrico, do ministério público, etc. – para avaliar as condições de operação dos reservatórios do rio São Francisco e o impacto dessas medidas sobre os usos da água e o meio ambiente. A inclusão desses atores na gestão das águas do rio São Francisco tem como finalidade a elaboração de soluções mais adequadas ao enfrentamento dessa situação de seca sem precedentes na região, por meio da definição de ações de operação dos reservatórios, de gerenciamento do uso e de intervenções físicas.

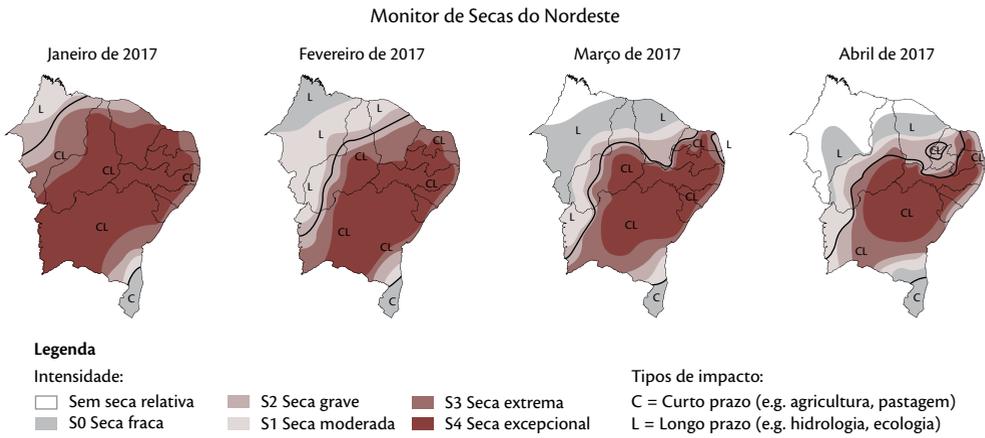
## 7. Monitor de Secas do Nordeste

O Monitor de Secas é um processo de acompanhamento periódico da situação da seca no Nordeste, cujos resultados consolidados são divulgados mensalmente, por meio do Mapa do Monitor de Secas. As informações sobre a situação de secas são disponibilizadas até o mês anterior ao da divulgação, com indicadores que refletem o curto prazo (últimos 3, 4 e 6 meses) e o longo prazo (últimos 12, 18 e 24 meses), caracterizando a evolução do fenômeno na região.

O Monitor de Secas tem como objetivo integrar o conhecimento técnico e científico a respeito do tema, existente em diferentes instituições estaduais e federais, para alcançar um entendimento comum sobre as condições de seca, tais como: sua severidade; evolução espacial e temporal; e impactos sobre os diferentes setores envolvidos. O Monitor facilita a tradução das informações em ferramentas e produtos utilizáveis por instituições tomadoras de decisão e por indivíduos, de modo a fortalecer os mecanismos de monitoramento, previsão e alerta de secas.

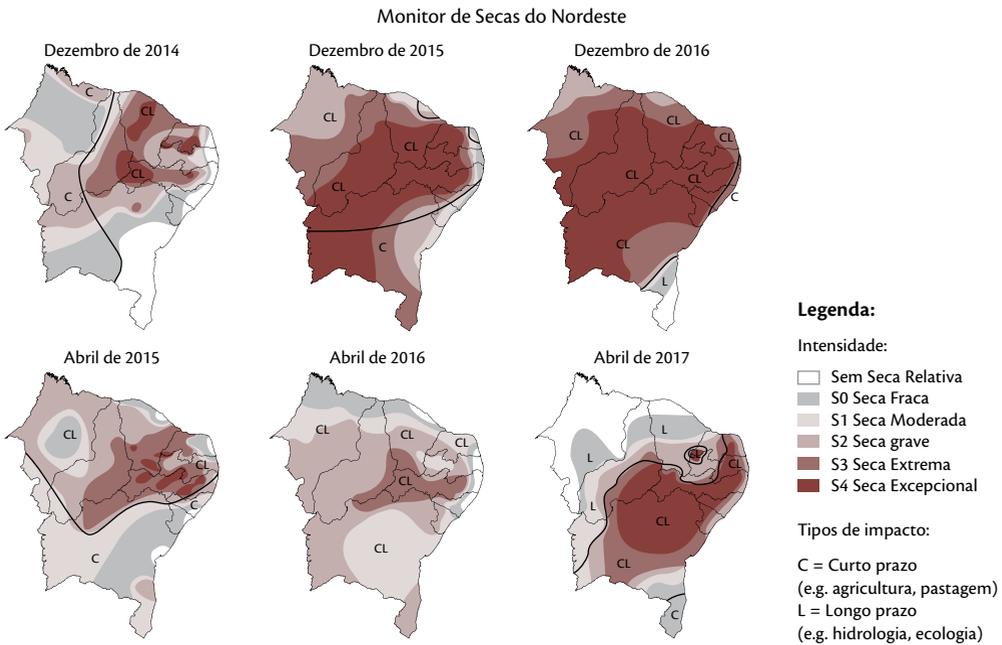
A Figura 6 ilustra a evolução da seca no Nordeste, nos últimos quatro meses, com destaque para as áreas classificadas como seca excepcional e seca extrema.

Além do acompanhamento e da comparação mês a mês, os mapas do monitor permitem verificar, a partir de julho 2014, a evolução da seca em períodos específicos dos diferentes anos. A Figura 7 traz a comparação entre os meses de dezembro (final da estação seca), de 2014 a 2016, e de abril (final da estação chuvosa), de 2015 a 2017, e demonstra como a seca tem se tornado progressivamente mais severa na maior parte da Região Semiárida.



**Figura 6.** Evolução da situação de seca no Nordeste brasileiro de janeiro a maio de 2017

Fonte Monitor de Secas



**Figura 7.** Comparação da situação de seca nos meses de dezembro de 2014 a 2016 (fim da estação seca) e nos meses de abril de 2015 a 2017 (fim da estação chuva)

Fonte Monitor de Secas

## 8. Conclusões

A atual situação de seca na Região Nordeste, iniciada em 2010 em algumas áreas, acabou por se configurar em uma das mais severas já observadas no local, afetando a disponibilidade hídrica, os usos da água e o meio de vida das populações. Os volumes dos reservatórios, essenciais para a segurança hídrica na região, vêm reduzindo significativamente, chegando ao colapso em muitos casos. A situação somente não é pior em função da ação efetiva do governo federal, de distribuição de água por meio de carros-pipa, para atendimento da população rural da região.

Essa situação crítica, ainda sem perspectiva de melhoria no contexto geral, tem demandado intervenções, muitas vezes drásticas, para a manutenção dos usos essenciais, notadamente do abastecimento para consumo humano e dessedentação de animais. Algumas medidas têm se mostrado eficazes para o gerenciamento dos recursos hídricos disponíveis em parte das áreas afetadas por essa seca severa, tais como: gestão/regulação do uso (negociação dos volumes captados, revisão de volumes outorgados); mudança nas regras de operação dos reservatórios (com redução das vazões mínimas defluentes); obras (recuperação de infraestrutura hídrica, readequação dos pontos de captação); busca por fontes alternativas de abastecimento (poços, dessalinização); e ações emergenciais (carros-pipa, adutoras de engate rápido). Entretanto, apesar desses esforços, em bacias consideradas críticas, usos essenciais chegaram a ser desatendidos temporariamente, o que levou ao endurecimento de algumas medidas, como a suspensão parcial ou total das outorgas para irrigação.

É importante destacar que a existência de uma rede robusta de sistemas de monitoramento e de acompanhamento dos recursos hídricos na Região Semiárida tem permitido acompanhar o fenômeno, planejar a atuação por parte dos órgãos gestores e tomar decisões com maior eficiência.

Finalmente, a existência de instituições nos Estados da Região Nordeste e na União voltadas para a gestão dos recursos hídricos e com um importante histórico de atuação e desenvolvimento de capacidades, tem permitido também a adoção de medidas inovadoras e negociadas, adequadas às necessidades da população local, de modo a reduzir, na medida do possível, os impactos do evento. Exemplo disso é o que vem sendo praticado na implementação das alocações negociadas de água e nas sucessivas reduções de descargas mínimas dos reservatórios do rio São Francisco.

## Referências

AGÊNCIA NACIONAL DAS AGUAS – ANA. SAR – Sistema de acompanhamento de reservatórios. Disponível em: <<http://sar.ana.gov.br/>>.

\_\_\_\_\_. Resolução Nº 742, DE 24 DE ABRIL DE 2017. Brasília: 2017. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2017/742-2017.pdf>>.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO – CBHSF. Plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do Rio São Francisco – 2016-2025. 2016. Disponível em: <[http://cbhsaofrancisco.org.br/planoderecursoshidricos/wp-content/uploads/2015/04/t14032\\_PTrabalho\\_Mar2015\\_rev3.pdf](http://cbhsaofrancisco.org.br/planoderecursoshidricos/wp-content/uploads/2015/04/t14032_PTrabalho_Mar2015_rev3.pdf)>.

GONTIGO Jr. *et al.* Metodologia para alocação de água em sistemas hídricos. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 13., Aracaju, 2016. Anais... Aracaju: 2016.

MEDEIROS, S. de S. *et al.* Sinopse do censo demográfico para o semiárido Brasileiro. Campina Grande: INSA, 2012.

VIEIRA, V.P.P.B.; GONDIM FILHO, J.G.C. Água doce no Semiárido. In: REBOUÇAS, A. DA C. *et al.* (org.). **Águas doces no Brasil**. São Paulo: Escrituras Editora, 2006.





Centro de Gestão e Estudos Estratégicos  
*Ciência, Tecnologia e Inovação*



Acesse [www.cgée.org.br](http://www.cgée.org.br) e  
siga-nos no Twitter @CGEE\_oficial

ISSN 1413-9375